



TUGAS AKHIR – RC14-1501

**PERENCANAAN FASILITAS SISI UDARA DAN  
OPERASIONAL BANDAR UDARA JENDERAL  
BESAR SOEDIRMAN, PURBALINGGA**

MUHAMMAD YUANTO PERMANA

NRP. 03111440000049

Dosen Pembimbing

Ir. Ervina Ahyudanari, M.E., Ph.D

DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL

Fakultas Teknik Sipil, Lingkungan dan Kebumihan

Institut Teknologi Sepuluh Nopember

Surabaya

2018



---

TUGAS AKHIR – RC14-1501

**PERENCANAAN FASILITAS SISI UDARA DAN  
OPERASIONAL BANDAR UDARA JENDERAL  
BESAR SOEDIRMAN, PURBALINGGA**

MUHAMMAD YUANTO PERMANA  
NRP. 03111440000049

Dosen Pembimbing  
Ir. Ervina Ahyudanari, M.E., Ph.D

DEPARTEMEN TEKNIK SIPIL  
Fakultas Teknik Sipil, Lingkungan dan Kebumihan  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Surabaya  
2018



---

FINAL PROJECT – RC14-1501

**DESIGN OF AIRSIDE FACILITIES AND AIRPORT  
OPERATIONAL OF JENDERAL BESAR  
SOEDIRMAN AIRPORT, PURBALINGGA**

MUHAMMAD YUANTO PERMANA  
NRP. 0311144000049

Supervisor  
Ir. Ervina Ahyudanari, M.E., Ph.D

DEPARTMENT OF CIVIL ENGINEERING  
Faculty of Civil, Environment, and Geo Engineering  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Surabaya  
2018

**PERENCANAAN FASILITAS SISI UDARA DAN  
OPERASIONAL BANDAR UDARA JENDERAL  
BESAR SOEDIRMAN, PURBALINGGA**

**TUGAS AKHIR**

Diajukan Untuk Memenuhi Salah Satu Syarat  
Memperoleh Gelar Sarjana Teknik  
pada  
Program Studi S-1 Departemen Teknik Sipil  
Fakultas Teknik Sipil, Lingkungan dan Kebumihan  
Institut Teknologi Sepuluh Nopember  
Surbaya

Oleh :

**MUHAMMAD YUANTO PERMANA**

Nrp. 03111440000049

Disetujui Oleh Dosen Pembimbing Tugas Akhir :



Dr. Ervina Ahyudinari, ME, PhD  
(NID. 06602741995122001)

**SURABAYA, JULI 2018**

# **PERENCANAAN FASILITAS SISI UDARA DAN OPERASIONAL BANDAR UDARA JENDERAL BESAR SOEDIRMAN, PURBALINGGA**

**Nama Mahasiswa : Muhammad Yuanto Permana**  
**NRP : 03111440000049**  
**Departemen : Teknik Sipil FTSLK-ITS**  
**Dosen Pembimbing : Ir. Ervina Ahyudanari, ME., PhD**

## **Abstrak**

*Petumbuhan penumpang pesawat angkutan udara dari tahun ke tahun selalu mengalami peningkatan. Meningkatnya aktivitas penerbangan ini harus diimbangi dengan pembangunan fasilitas angkutan udara. Untuk mengatasi masalah tersebut PT. Angkasa Pura II akan membangun Bandara Jenderal Besar Soedirman di Purbalingga dengan kelas bandara III C, menggunakan lahan yang dimiliki oleh TNI AU di Wirasaba, Kab. Purbalingga. Adanya pembangunan bandara ini perlu dilengkapi dengan perencanaan detil fasilitas sisi udara yang meliputi runway, taxiway, dan apron.*

*Pada perencanaan fasilitas sisi udara ini juga memperhitungkan kawasan keselamatan operasional penerbangannya, agar dapat dilakukan perencanaan pengembangan terhadap bandara ini. Mengingat bandara yang sudah ada sebelumnya yaitu Bandara Tunggul Wulung Cilacap tidak memungkinkan dilakukannya pengembangan karena terdapat cerobong asap pembangkit listrik tenaga uap yang menjulang, sehingga Bandara Jenderal Besar Soedirman ini yang nantinya akan terus dikembangkan.*

*Pada perencanaan fasilitas sisi udara pada Bandara Jenderal Besar Soedirman ini dilakukan pengumpulan data penumpang dari proyeksi pengguna moda transportasi kereta eksekutif pada Stasiun Purwokerto. Dari hasil analisis yang dilakukan, didapatkan jumlah penumpang per-tahun. Pesawat*

*rencana untuk perencanaan ini adalah pesawat ATR 72-600, dengan kapasitas 68 orang penumpang. Setelah itu dilakukan perhitungan kapasitas runway didapatkan bahwa dibutuhkan single runway untuk melayani pergerakan pesawat pada Bandara Jenderal Besar Soedirman.*

*Perencanaan fasilitas sisi udara ini menggunakan pesawat kritis yaitu ATR 72-600. Sehingga didapatkan panjang runway adalah 1600m dengan lebar 30m, dengan bahu landasan 6m. Dimensi lebar taxiway sebesar 15m, memiliki luas apron 85m x 70m. Dengan rute yang memungkinkan adalah Bandung, Semarang, Yogyakarta, Jakarta, dan Surabaya*

**Kata Kunci : Fasilitas Sisi Udara, Operasional Bandara, Runway, Taxiway, Apron, KKOP, Bandara Jenderal Besar Soedirman, Purbalingga, Wirasaba**

# **DESIGN OF AIRSIDE FACILITIES AND AIRPORT OPERATIONAL OF JENDERAL BESAR SOEDIRMAN AIRPORT, PURBALINGGA**

**Student's Name** : Muhammad Yuanto Permana  
**Student's Identity Number:** 03111440000049  
**Department** : Civil Engineering  
**Supervisor** : Ir. Ervina Ahyudanari, ME., PhD

## **Abstract**

*Airplane passanger growth from year after year always increasing. Increased flight activity must be balanced with the construction of air transport facilities. To solve the problem, PT. Angkasa Pura II will build Jenderal Besar Soedirman Airport in Purbalingga with airport class III C, using land owned by TNI-AU in Wirasaba, Kab. Purbalingga. The construction of this airport needs to be equipped with detailed air side facilities planning which include runway, taxiway, and apron.*

*In planning the air side facilities also take into account the safety area of flight operations, in order to be able to do development planning for this airport. Given the existing airport that is Tunggal Wulung not allow the development because there is a steam chimney power plant so that the Airport which will be developed.*

*On the planning of air side facilities at Jenderal Besar Soedirman Airport is conducted data collection of passengers from the projection of executive railway transport users at Purwokerto Railway Station. From the results of the analysis conducted, obtained the number of passengers per year. ATR 72-600 will be the aircraft in this airport. After that the calculation of runway capacity is obtained that it is needed single runway to serve the movement of aircraft at Jenderal Besar Soedirman Airport.*

*Planning of this air side facilities using a critical aircraft ATR 72-600. So the runway length is 1600m with 30m width, and 6m runway shoulder. Taxiway width dimension of 15m, has 85 x 70 apron dimension. With possible routes are Bandung, Semarang, Yogyakarta, Jakarta, Surabaya.*

**Key Words : Air Side Facility, Airport Operational, Runway, Taxiway, Apron, Jenderal Besar Soedirman Airport, Purbalingga, Wirasaba**



## **KATA PENGANTAR**

Puji dan syukur penulis panjatkan kepada Tuhan Yang Maha Esa atas berkat, rahmat, dan karunia-Nya sehingga penulis dapat menyelesaikan Tugas Akhir dengan judul “Perencanaan Fasilitas Sisi Udara dan Operasional Bandar Udara Jenderal Besar Soedirman”.

Penulis menyadari bahwa dalam proses penulisan Tugas Akhir ini tidak akan mampu diselesaikan tanpa adanya bantuan, arahan, bimbingan, serta dukungan dari banyak pihak. Untuk itu, penulis mengucapkan terima kasih kepada :

1. Orang tua penulis Alm. Bapak Hary Mulyono dan Ibu Sri Lestari, saudara penulis Gita Indah Permatasari, dan keluarga besar yang selalu mendukung dalam proses penyelesaian laporan ini.
2. Ibu Ir. Ervina Ahyudanari, M.E.,Ph.D sebagai Dosen Konsultasi yang telah memberikan arahan, dan ilmunya dalam proses penyusunan Tugas Akhir ini.
3. Bapak Istiar S.T., M.T sebagai Dosen Wali
4. Pak Dr. Catur Arif Prastyanto, ST. M.Eng, Pak Cahya Buana, ST., MT, dan Pak Anak Agung Gde Kartika, ST. MSc, sebagai dosen penguji tugas akhir saya.
5. Teman-teman Kosan Keluarga Cemara Keputih Gg. 3 No.50, yang selalu memberi semangat dan dukungan dalam menyelesaikan Tugas Akhir ini.
6. Teman-teman “Oposusu” Bisma, Dinar, Kevin, Atep, Rexy yang selalu memberi kebahagiaan, dukungan, ilmu, dan semangatnya
7. Kelsay Din Dalmi S.Psi sebagai teman dekat penulis yang selalu memberi dukungan dalam proses penyelesaian tugas akhir ini.

8. Teman-teman semua angkatan Teknik Sipil, S56++, S57, S58, S59 yang telah memberikan dukungan, bantuan, dan hiburan kepada penulis
9. Seluruh civitas akademika di Departemen Teknik Sipil ITS yang memberikan motivasi dan bantuan selama proses penyusunan Tugas Akhir ini

Penulis berusaha untuk menyelesaikan Tugas Akhir ini dengan sebaik-baiknya dan menyadari bahwa Tugas Akhir ini masih jauh dari kesempurnaan. Karena itu, segala bentuk koreksi, saran, maupun kritik dari pembaca sangat penulis harapkan

Surabaya, Juli 2018

Penyusun

## DAFTAR ISI

Abstrak .....	i
Abstract .....	iii
KATA PENGANTAR.....	v
DAFTAR ISI .....	vii
DAFTAR GAMBAR .....	xiii
DAFTAR TABEL .....	xv
BAB I PENDAHULUAN .....	1
1.1    Latar Belakang.....	1
1.2    Rumusan Masalah.....	3
1.3    Tujuan .....	4
1.4    Batasan Masalah .....	4
1.5    Manfaat .....	5
1.6    Lokasi Perencanaan .....	5
BAB II TINJAUAN PUSTAKA .....	9
2.1    Perencanaan Bandar Udara .....	9
2.2    Operasional Bandara.....	10
2.2.1    Hierarki Bandara JB. Soedirman .....	11
2.2.2    Kawasan Keselamatan Operasional Bandara.....	11
2.2.3 <i>Travel Time Value</i> .....	17
2.2.4    Spesifikasi Pesawat (ATR 72) .....	20
2.2.5    Prediksi Permintaan Angkutan Udara.....	25
2.2.6    Analisis Regresi .....	26
2.2.6.1    Regresi Linier Sederhana.....	27
2.2.6.2    Regresi Linier Berganda .....	27

2.3	<i>Runway</i> (Landasan Pacu).....	28
2.3.1	Data Angin / Analisis <i>Windrose</i> .....	29
2.3.2	Perhitungan Panjang <i>Runway</i> Berdasarkan Kondisi Lingkungan Bandara.....	30
2.3.2.1	Temperatur.....	30
2.3.2.2	Elevasi Permukaan <i>Runway</i> .....	31
2.3.2.3	Kemiringan <i>Runway</i> .....	31
2.3.3	Lebar <i>Runway</i> .....	33
2.3.4	<i>Runway Shoulder</i> .....	34
2.3.5	<i>Runway Slope</i> .....	35
2.3.5.1	Transversal Slope.....	35
2.3.5.2	Longitudinal Slope.....	36
2.3.6	Jarak Pandang <i>Runway</i> .....	40
2.3.7	<i>Turning Area</i> /Area untuk Berputar.....	40
2.3.8	<i>Runway Strip</i> .....	42
2.3.9	<i>Runway Marking</i> .....	44
2.3.10	Perkerasan <i>Runway</i> (Metode FAA).....	44
2.3.9.1	Klasifikasi Tanah .....	44
2.3.9.2	Menentukan Tipe Roda Pendaratan Utama .....	49
2.3.9.3	Menentukan Beban Roda Pendaratan Utama Pesawat (W2) 51	
2.3.9.4	Menentukan Tebal Perkerasan Total .....	51
2.3.9.5	Kurva-kuva Perencanaan Tebal Perkerasan.....	53
2.3.9.6	Material yang Digunakan untuk Perkerasan .....	56
2.4	<i>Stopway</i> .....	58
2.5	<i>Taxiway</i> .....	59

2.5.1	Dimensi <i>Taxiway</i> .....	59
2.5.2	<i>Taxiway Shoulder</i> .....	62
2.5.3	<i>Taxiway Slope</i> .....	62
2.5.3.1	Kemiringan Memanjang <i>Taxiway</i> .....	63
2.5.3.2	Kemiringan Melintang <i>Taxiway</i> .....	64
2.5.4	<i>Taxiway Sight Distance</i> .....	64
2.5.5	<i>Taxiway Curve</i> .....	65
2.5.6	<i>Taxiway Strip</i> .....	67
2.5.7	Letak <i>Exit Taxiway</i> .....	68
2.5.8	<i>Taxiway Marking</i> .....	69
2.6	<i>Runway End Safety Area (RESA)</i> .....	69
2.7	<i>Apron</i> .....	70
2.7.1	Jumlah <i>aircraft gate</i> .....	70
2.7.2	Dimensi <i>Apron</i> .....	72
2.7.3	Jarak Minimal <i>Apron</i> dari <i>Runway</i> .....	74
2.7.4	<i>Ground Support Equipment</i> .....	75
2.7.5	<i>Apron Marking</i> .....	75
2.8	Perencanaan Drainase Sisi Udara .....	75
BAB III METODOLOGI .....		81
3.1	Umum .....	81
3.2	Uraian Kegiatan .....	81
3.3	Bagan Alir ( <i>Flowchart</i> ) .....	84
BAB IV HASIL DAN ANALISA .....		86
4.1	Prediksi Permintaan Angkutan Udara .....	87
4.2	Spesifikasi Pesawat yang Beroperasi .....	98

4.3	Perencanaan Sisi Udara .....	101
4.3.1	Analisis Windrose.....	101
4.3.2	Perencanaan Geometrik Runway .....	103
4.3.3	Perencanaan Geometrik Taxiway .....	107
4.3.4	Perencanaan Geometrik Apron.....	111
4.4	Kawasan Keselamatan Operasional Penerbangan .	113
4.4.1	Batas-Batas Kawasan Operasi Penerbangan.....	114
4.4.2	Koordinat Geografis .....	116
4.5	Perencanaan Rute yang Memungkinkan.....	118
4.6	Sistem Drainase Sisi Udara.....	124
4.6.1	Perencanaan Dimensi Saluran .....	125
4.7	Perkerasan Lentur Sisi Udara .....	130
4.7.1	Menentukan Pesawat Rencana.....	131
4.7.2	Menentukan <i>Single Gear Departure</i> (R2) .....	131
4.7.3	Menghitung Beban Roda Pesawat ( <i>Wheel Load, W2</i> )	132
4.7.4	Menghitung Keberangkatan Tahun Ekuivalen (R1)	133
4.7.5	Menentukan Tebal Perkerasan.....	133
4.8	Marking Sisi Udara.....	137
4.8.1	<i>Runway Marking</i> .....	137
4.8.1.1	<i>Runway Side Stripe Marking</i> .....	137
4.8.1.2	<i>Runway Designation Marking</i> .....	137
4.8.1.3	<i>Threshold Marking</i> .....	139
4.8.1.4	<i>Runway Centre Line Marking</i> .....	140
4.8.1.5	<i>Aiming Point Marking</i> .....	141
4.8.1.6	<i>Touchdown Zone Marking</i> .....	142

BAB V KESIMPULAN DAN SARAN .....	145
5.1    Kesimpulan .....	145
5.2    Saran .....	146
DAFTAR PUSTAKA.....	147
LAMPIRAN .....	139

***“Halaman ini sengaja dikosongkan...”***



## DAFTAR GAMBAR

Gambar 1.1 Peta Kabupaten Purbalingga.....	6
Gambar 1.2 Rencana lokasi Bandara JB. Soedirman, Pubalingga	7
Gambar 1.3 Jarak Bandara Terdekat .....	7
Gambar 1.4 Kondisi eksisting fasilitas penerbangan bandara JB. Soedirman.....	8
Gambar 2.1 Seat ATR 72-600 Garuda Indonesia.....	24
Gambar 2.2 <i>Seat Map Key</i> ATR 72-600 Garuda Indonesia .....	25
Gambar 2.3 Kemiringan Memanjang .....	39
Gambar 2.4 <i>Runway Strip</i> .....	42
Gambar 2.5 Konfigurasi roda pendaratan untuk pesawat roda tunggal.....	49
Gambar 2.6 Konfigurasi roda pendaratan untuk pesawat roda ganda .....	49
Gambar 2.7 Konfigurasi roda pendaratan untuk pesawat roda tandem ganda.....	50
Gambar 2.8 Konfigurasi roda pendaratan untuk pesawat roda ganda dobel .....	50
Gambar 2.9 Kurva Perencanaan Tebal Perkerasan untuk Pesawat Roda Tunggal .....	53
Gambar 2.10 Kurva Perencanaan Tebal Perkerasan untuk Pesawat Roda Ganda .....	54
Gambar 2.11 Kurva Perencanaan Tebal Perkerasan untuk Pesawat Roda Dual Tandem.....	55
Gambar 2.12 Penampang <i>stopway/overrun</i> .....	59
Gambar 2.13 Kemiringan Memanjang <i>Taxiway</i> .....	63
Gambar 2.14 Posisi Apron dari <i>Taxiway</i> .....	74
Gambar 3.1 Diagram Alir Perencanaan.....	85

Gambar 4.1 Bagan Alir Perkiraan Potensi Penumpang Bandara JB. Soedirman.....	87
Gambar 4.2 Trendline PDRB Polinomial.....	89
Gambar 4.3 Trendline PDRB Linear.....	90
Gambar 4.4 Trendline PDRB Exponensial .....	90
Gambar 4.5 Spesifikasi ATR 72-600 (a).....	99
Gambar 4.6 Spesifikasi ATR 72-600 (b).....	100
Gambar 4.7 Spesifikasi ATR 72-600 (c).....	101
Gambar 4.8 Windrose Bandara JB. Soedirman.....	103
Gambar 4.9 Sketsa Penampang Melintang Taxiway.....	109
Gambar 4.10 Ilustrasi Kebutuhan Taxiway dan Apron.....	110
Gambar 4.11 Bagan Alir Perencanaan Drainase .....	125
Gambar 4.12 Ilustrasi Drainase Bandara Udara JB. Soedirman	129
Gambar 4.13 Bagan Alir Perencanaan Perkerasan Lentur .....	131
Gambar 4.14 Kurva Perencanaan Tebal Perkerasan untuk <i>Dual Wheel Gear</i> .....	134
Gambar 4.15 Kurva Perencanaan Tebal Perkerasan untuk <i>Dual Wheel Gear</i> .....	135
Gambar 4.16 Potongan melintang perkerasan.....	136
Gambar 4.17 <i>Runway Side Stripe Marking</i> .....	137
Gambar 4.18 Letak runway designation marking .....	138
Gambar 4.19 Bentuk dan ukuran runway designation marking (ukuran dalam meter) .....	139
Gambar 4.20 Bentuk Threshold Marking.....	140
Gambar 4.21 <i>Runway Centre Line Marking</i> .....	141
Gambar 4.22 Bentuk aiming point marking .....	142
Gambar 4.23 Bentuk dan jarak touchdown zone marking .....	142

## DAFTAR TABEL

Tabel 2.1 <i>Aerodrome reference code</i> .....	15
Tabel 2.2 Ukuran dan Kemiringan Permukaan Pendekatan.....	16
Tabel 2.3 Ukuran dan Kemiringan Permukaan Lepas Landas ....	17
Tabel 2.4 Nilai Waktu dari Berbagai Studi .....	19
Tabel 2.5 Nilai K untuk Beberapa Kota .....	20
Tabel 2.6 Nilai Waktu Minimum (Rp/jam).....	20
Tabel 2.7 Spesifikasi Pesawat ATR 72 .....	22
Tabel 2.8 ICAO <i>Aerodrome Reference Codes</i> .....	33
Tabel 2.9 Lebar <i>Runway</i> (Width) berdasarkan <i>Code Number</i> .....	34
Tabel 2.10 <i>Runway Shoulder</i> .....	35
Tabel 2. 11 Kemiringan Melintang Maksimum <i>Runway</i> .....	36
Tabel 2.12 Kemiringan Memanjang Maksimum <i>Runway</i> .....	37
Tabel 2.13 Kurva Kemiringan Memanjang.....	38
Tabel 2.14 Nilai Koefisien k.....	39
Tabel 2.15 Jarak Pandang Minimum <i>Runway</i> .....	40
Tabel 2.16 <i>Turning Area</i> .....	41
Tabel 2.17 <i>Runway Strips</i> .....	42
Tabel 2.18 Klasifikasi Tanah Digunakan untuk Merencanakan Perkerasan FAA .....	46
Tabel 2.19 Hubungan antara harga CBR dengan klasifikasi subgrade menurut FAA .....	47
Tabel 2.20 Faktor konversi konfigurasi roda pesawat.....	48
Tabel 2.21 Faktor <i>Equivalent</i> untuk Bahan yang Digunakan.....	57
Tabel 2.22 Dimensi <i>Stopway/overrun</i> .....	58
Tabel 2.23 Dimensi <i>Taxiway</i> .....	60

Tabel 2.24 <i>Taxiway and Taxilane Separation Standards Minimum</i> .....	61
Tabel 2.25 <i>Taxiway Shoulder Minimum</i> .....	62
Tabel 2.26 Kemiringan Memanjang Maksimum <i>Taxiway</i> .....	63
Tabel 2.27 Kemiringan Melintang Maksimum <i>Taxiway</i> .....	64
Tabel 2.28 Jarak Pandang <i>Taxiway</i> .....	65
Tabel 2.29 Kurva <i>Taxiway</i> .....	66
Tabel 2.30 <i>Taxiway Strip</i> .....	67
Tabel 2.31 Jarak Lurus Minimum Setelah Belokan <i>Taxiway</i> .....	68
Tabel 2.32 Dimensi RESA .....	69
Tabel 2.33 Dimensi Apron .....	73
Tabel 2.34 Kecepatan aliran air pada saluran yang diizinkan berdasarkan jenis material .....	79
Tabel 4.1 Produk Domestik Regional Bruto 4 Kabupaten .....	88
Tabel 4.2 Tabel <i>Forecasting</i> PDRB Polinomial.....	91
Tabel 4.3 Tabel <i>Forecasting</i> PDRB Linear.....	92
Tabel 4.4 Tabel <i>Forecasting</i> PDRB Exponensial .....	93
Tabel 4.5 Penyimpangan dalam Peramalan Penumpang Angkutan Udara Bandara JB. Soedirman .....	94
Tabel 4.6 Distribusi Skenario Penumpang 2017 .....	96
Tabel 4.7 Prediksi 5 Tahun, Penumpang Angkutan Udara Bandara JB. Soedirman dari Kab. Banyumas.....	96
Tabel 4.8 Prediksi 5 Tahun, Penumpang Angkutan Udara Bandara JB. Soedirman dari Kab. Purbalingga .....	96
Tabel 4.9 Prediksi 5 Tahun, Penumpang Angkutan Udara Bandara JB. Soedirman dari Kab. Banjarnegara .....	97
Tabel 4.10 Prediksi 5 Tahun, Penumpang Angkutan Udara Bandara JB. Soedirman dari Kab. Wonosobo .....	97
Tabel 4.11 Pesawat Regional di Indonesia.....	98

Tabel 4.12 Data Angin (sebagian .....	102
Tabel 4.13 Spesifikasi Teknik ATR 72-600.....	104
Tabel 4.14 Kondisi Lingkungan Bandar Udara.....	104
Tabel 4.15 Hitungan Panjang <i>Taxiway</i> .....	111
Tabel 4.16 Koordinat Kawasan Keselamatan Operasi Penerbangan (a) .....	117
Tabel 4.17 Koordinat Kawasan Keselamatan Operasi Penerbangan (b) .....	118
Tabel 4.18 Karakteristik Pesawat ATR-72.....	119
Tabel 4.19 Biaya Operasional Pesawat ATR-72 .....	120
Tabel 4.20 Biaya Operasional Masing-masing Moda .....	122
Tabel 4.21 Perbandingan Biaya Operasional .....	123
Tabel 4.22 Data Harian Curah Hujan Maksimum Wirasaba.....	126
Tabel 4.23 Data Curah Hujan Maksimum Tahunan.....	127
Tabel 4.24 Perencanaan Curah Hujan Harian Maksimum .....	128
Tabel 4.25 Perencanaan Saluran Drainase .....	129
Tabel 4.26 Tabel Angka Keberangkatan yang Telah Dikonversi .....	132
Tabel 4.27 Tabel Hasil Desain Perkerasan dengan Metode FAA (CBR 6) .....	136
Tabel 4.28 Letak dan ukuran aiming point marking .....	141
Tabel 4.29 Jumlah masing-masing pada touchdown zone markinga .....	143

***“Halaman ini sengaja dikosongkan...”***

# **BAB I**

## **PENDAHULUAN**

### **1.1 Latar Belakang**

Kabupaten Purbalingga adalah sebuah kabupaten di Provinsi Jawa Tengah. Kabupaten ini berbatasan dengan Kabupaten Pemalang di Utara, Kabupaten Banjarnegara di Timur dan Selatan, serta Kabupaten Banyumas di Barat dan Selatan.

Secara umum Purbalingga termasuk dalam iklim tropis dengan rata-rata curah hujan 3,739 mm – 4,789 mm per tahun. Jumlah curah hujan tertinggi berada di Kecamatan Karangmoncol, sedangkan curah hujan terendah di Kecamatan Kejobong. Suhu udara di wilayah Kabupaten Purbalingga antara 23.20° C – 32.88° C dengan rata-rata 24.49° C.

Purbalingga berada di cekungan yang diapit beberapa rangkaian pegunungan. Di sebelah utara merupakan rangkaian pegunungan (Gunung Slamet dan Dataran Tinggi Dieng). Bagian selatan merupakan Depresi Serayu, yang dialiri dua sungai besar Kali Serayu dan anak sungainya, Kali Pekacangan. Anak sungai lainnya yaitu seperti Kali Klawing, Kali Gintung, dan anak sungai lainnya. Ibu Kota Kabupaten berada di Purbalingga, sekitar 21 km Timur Laut Purwokerto.

Pemerintah Kabupaten Purbalingga pada saat ini terus berupaya untuk mengembangkan setiap potensi yang ada di daerahnya. Potensi yang dimiliki Purbalingga sangat melimpah, seperti contoh pembuatan knalpot pada kendaraan bermotor, Knalpot Purbalingga sudah sangat terkenal, sudah banyak dipesan oleh perusahaan ternama seperti Mercedes-Benz (Pikiran Rakyat, 2011). Pabrik pembuatan rambut palsu, bahkan di Purbalingga ada sebuah desa yang dinamakan Desa *Wig*, hampir semua warga desa itu pandai membuat rambut palsu, dan masih banyak lagi potensi dari sektor lainnya (Dinkominfo Purbalingga, 2009). Termasuk didalamnya adalah pengembangan sektor ekonomi melalui upaya

menarik investor untuk menanamkan modalnya di wilayah Kabupaten Purbalingga. Namun demikian, salah satu kendala yang selama ini dihadapi adalah tidak adanya fasilitas transportasi yang cepat dan terjangkau sampai lokasi terutama tidak adanya penerbangan sipil/komersial yang dekat dengan wilayah Purbalingga dan sekitarnya. Untuk itu perlu ada penambahan moda transportasi yang cepat dari Purbalingga ke kota-kota di sekitarnya sebagai upaya mengatasi kesenjangan aksesibilitas daerah. Salah satu upaya yang akan ditempuh adalah rencana pemanfaatan dan pengembangan Pangkalan Udara (Lanud) TNI AU Wirasaba menjadi penerbangan sipil/komersial sehingga keberadaan Lanud TNI-AU Wirasaba dapat dikembangkan secara maksimal didukung dengan Keputusan Menteri KM 160 Tahun 2017 tentang Percepatan Pengoperasian Bandar Udara Jenderal Besar Soedirman di Wirasaba

Menurut Peraturan Menteri Perhubungan No. 69 Tahun 2013, jarak dua bandar udara untuk pulau Jawa dan Sumatera adalah 200 km, sementara jarak bandar udara JB. Soedirman terhadap bandara terdekat adalah sebagai berikut ;

- JB. Soedirman – Ahmad Yani : 186 km (melalui moda darat)
- JB. Soedirman – Adi Sutjipto : 172 km (melalui moda darat)
- JB. Soedirman – Adi Sumarmo : 216 km (melalui moda darat)
- JB. Soedirman – Tunggal Wulung : 68,1 km (melalui moda darat)

Dari data-data yang ada, jarak bandara terdekat adalah bandara Tunggal Wulung, namun kondisi bandara Tunggal Wulung tidak memungkinkan untuk dilakukan pengembangan bandara lebih lanjut. Yudhi Sari Sitompul selaku mantan Direktur Bandara Direktorat Jenderal Perhubungan Udara Kemenhub menilai rencana pembangunan bandara baru JB. Soedirman mengingat pengembangan bandara Tunggal Wulung Cilacap



sudah tidak memungkinkan lagi, sudah ada cerobong asap pembangkit listrik tenaga uap yang menjulang, sehingga membahayakan bagi operasional penerbangan (Tribun Jateng, 2017).

Langkah yang telah ditempuh oleh Pemerintah Kabupaten Purbalingga untuk mewujudkan Bandar Udara Wirasaba sebagai bandara komersial sudah dirintis sejak tahun 2006 dilakukan studi kelayakan pengembangan Pangkalan Udara Wirasaba menjadi bandar udara komersil. Setelah itu pada tahun 2007 telah dikeluarkan ijin pemanfaatan Lanud Wirasaba menjadi bandara komersil dengan surat KSAU No. B/127 A-031/12/24/Disbangopsau tanggal 30 April 2007, dan pada tanggal 7 November 2016, Lanud Wirasaba berganti nama menjadi Lanud Jenderal Besar Soedirman.

Saat ini di Kabupaten Purbalingga telah terdapat lapangan terbang milik TNI Angkatan Udara yang memiliki ukuran landasan pacu 850m x 50m dengan konstruksi runway dan apron masih berupa tanah yang dipadatkan (grass) peninggalan dari pemerintahan dimasa penjajahan Belanda. Yang dahulu difungsikan untuk mengangkut hasil bumi dari purbalingga menuju tempat lain, yang pada saat ini difungsikan untuk kegiatan militer. Dengan kemampuan landasan yang hanya bisa melayani pesawat terbesar yaitu pesawat Cassa 212 atau sejenisnya.

Berdasarkan Tataran Transportasi Wilayah (TATARAWIL) Provinsi Jawa Tengah, pada poin pengembangan jaringan prasarana transportasi jangka menengah I (2017 – 2022). Direncanakan untuk revitalisasi Bandara Wirasaba Purbalingga, maka tugas akhir ini akan merencanakan fasilitas sisi udara dan operasional Bandara Jenderal Besar Soedirman.

## **1.2 Rumusan Masalah**

Dari latar belakang yang telah diuraikan diatas maka dapat dirumuskan beberapa permasalahan yang akan dibahas dalam perencanaan ini adalah:

1. Berapa permintaan angkutan udara pada Bandara JB. Soedirman?
2. Berapa dimensi *runway*, *stopway*, *taxiway*, *apron*, *RESA* yang sesuai dengan peraturan yang ada?
3. Bagaimana bentuk dan ukuran marka-marka yang dibutuhkan pada sisi udara bandara?
4. Bagaimana bentuk KKOP Bandara JB. Soedirman?
5. Bagaimana merencanakan drainase sisi udara Bandara JB. Soedirman?
6. Bagaimana menentukan rute yang memungkinkan dilayani Bandara JB. Soedirman?
7. Berapa tebal perkerasan sisi udara?

### 1.3 Tujuan

Adapun tujuan dari perencanaan ini adalah:

1. Memprediksi jumlah permintaan angkutan udara per-hari JB. Soedirman
2. Menentukan dimensi *runway*, *stopway*, *taxiway*, *apron*, *RESA* Bandara JB. Soedirman yang sesuai dengan peraturan yang ada.
3. Menentukan bentuk dan ukuran marka pada sisi udara Bandara JB. Soedirman
4. Menetapkan KKOP Bandara JB. Soedirman
5. Merencanakan drainase sisi udara Bandara JB. Soedirman
6. Menentukan rute penerbangan yang memungkinkan dilayani Bandara JB. Soedirman
7. Merencanakan tebal perkerasan sisi udara

### 1.4 Batasan Masalah

Dalam penyusunan tugas akhir perencanaan bandar udara, banyak permasalahan yang dapat ditinjau. Seperti pada bagian fasilitas sisi udara terdapat landasan pacu, landasan hubung, *apron*, dan lain sebagainya. Oleh karena itu untuk menghindari penelitian

yang terlalu luas dan karena terbatasnya waktu, maka tugas akhir ini tidak membahas beberapa hal, yaitu:

1. Tidak memperhitungkan lama pelaksanaan proyek.
2. Tidak memperhitungkan lalu lintas pesawat dari kegiatan militer.
3. Tidak memperhitungkan kelayakan dari proyek.
4. Drainase hanya direncanakan untuk fasilitas sisi udara.

### **1.5 Manfaat**

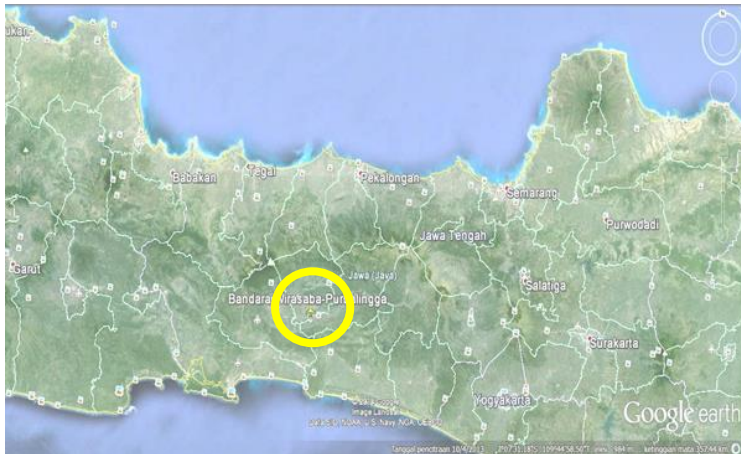
Adapun manfaat dari perencanaan ini adalah :

1. Memberikan kontribusi terhadap pengembangan keilmuan, khususnya dalam bidang transportasi
2. Sebagai salah satu bahan referensi dan menambah pengetahuan dalam perencanaan fasilitas sisi udara pada bandara.
3. Memberikan gambaran mengenai perencanaan fasilitas udara yang sesuai dengan peraturan untuk bandara JB. Soedirman

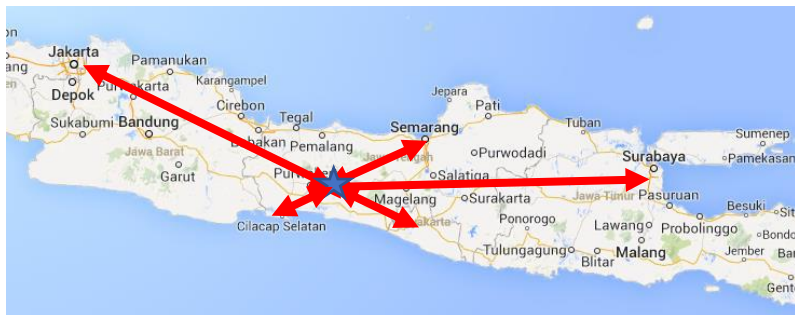
### **1.6 Lokasi Perencanaan**

Purbalingga adalah sebuah Kabupaten di Provinsi Jawa Tengah. Kabupaten ini berbatasan dengan Kabupaten Pemalang di Utara, Kabupaten Banjarnegara di Timur dan Selatan, serta Kabupaten Banyumas di Barat. Kabupaten Purbalingga terdiri atas 18 kecamatan, yang dibagi lagi atas sejumlah desa dan kelurahan. Pusat pemerintahan berada di Kecamatan Purbalingga. Pembagian wilayah administrasi Kabupaten Purbalingga dapat dilihat pada Gambar 1.1





**Gambar 1.2** Rencana lokasi Bandara JB. Soedirman, Pubalingga  
Sumber: *Google Earth*, 2017



**Gambar 1.3** Jarak Bandara Terdekat  
Sumber: *Google Maps*, 2017



**Gambar 1.4** Kondisi eksisting fasilitas penerbangan bandara JB. Soedirman

Sumber: BAPPEDA Kabupaten Purbalingga, 2016

Lanud Wirasaba hanya didesain untuk kegiatan militer yang biasanya hanya untuk aktifitas helikopter, dan landasan pacu hanya bisa melayani pesawat terbesar yaitu Casa 212 atau sejenisnya

Bandara JB. Soedirman saat ini menggunakan landasan pacu tunggal untuk lepas dan tinggal landas pesawat militer. Dimana landasan pacu ini memiliki dua arah pergerakan, yaitu;

- Landasan pacu yang arah pergerakannya menghadap kearah  $110^\circ$  dari utara disebut Landasan pacu 11
- Landasan pacu yang arah pergerakannya menghadap kearah  $290^\circ$  dari utara disebut Landasan pacu 29

## **BAB II**

### **TINJAUAN PUSTAKA**

#### **2.1 Perencanaan Bandar Udara**

Peraturan Menteri Perhubungan (KM 11 Tahun 2010) pasal 1 ayat 1 menjelaskan pengertian dari bandar udara, yaitu “Bandar Udara adalah kawasan di daratan dan/atau perairan dengan batas-batas tertentu yang digunakan sebagai tempat pesawat udara mendarat dan lepas landar, naik turun penumpang, bongkar muat barang, dan tempat perpindahan intra dan antarmoda transportasi, yang dilengkapi dengan fasilitas keselamatan dan keamanan penerbangan, serta fasilitas keselamatan dan keamanan penerbangan, serta fasilitas pokok dan fasilitas penunjang lainnya, yang terdiri atas bandar udara umum dan bandar udara khusus yang selanjutnya bandar udara umum disebut dengan bandar udara.”

Menurut KM 11 Tahun 2010 Pasal 17 ayat 2, menjelaskan tentang fasilitas pokok bandar udara, yaitu:

- a. Fasilitas Keselamatan dan Keamanan antara lain;
  - 1) Pertolongan kecelakaan penerbangan-pemadaman (PKP-PK);
  - 2) *Salvage*
  - 3) Alat bantu pendaratan visual (*Airfield Lighting System*);
  - 4) Pagar.
- b. Fasilitas sisi udara (*airside facility*) antara lain;
  - 1) Landasan pacu (*runway*);
  - 2) *Runway strip*;
  - 3) *Runway end safety area* (RESA);
  - 4) *Stopway*
  - 5) *Clearway*
  - 6) Landas hubung (*taxiway*);
  - 7) Landas parkir (*apron*);

- 8) Marka dan rambu; dan
- 9) Taman meteo (fasilitas dan peralatan pengamatan cuaca).
- c. Fasilitas sisi darat (*landside facility*) antara lain:
  - 1) Bangunan terminal penumpang;
  - 2) Bangunan terminal kargo;
  - 3) Menara pengatur lalu lintas penerbangan (*control tower*);
  - 4) Bangunan operasional penerbangan;
  - 5) Jalan masuk (*access road*);
  - 6) Parkir kendaraan bermotor;
  - 7) Depo pengisian bahan bakar pesawat udara;
  - 8) Bangunan parkir;
  - 9) Bangunan administrasi/ perkantoran;
  - 10) Marka dan rambu; serta
  - 11) Fasilitas pengolahan limbah.

Dalam merencanakan sebuah bandar udara terdapat dua standarisasi perencanaan yang sangat berpengaruh yaitu *International Civil Aviation Organization (ICAO) Annex 14* dan *Federal Aviation Administration (FAA)* yang merupakan organisasi/badan dibidang penerbangan yang mengeluarkan dan menetapkan syarat-syarat yang harus dipenuhi oleh sebuah lapangan terbang. ICAO dan FAA telah membuat persyaratan bagi sebuah bandar udara baru dengan tujuan agar terdapat keseragaman dalam hal kriteria perencanaan bandar udara.

## **2.2 Operasional Bandara**

Dalam merencanakan sebuah bandara tidak hanya merencanakan struktur dan fasilitasnya saja, namun dalam menunjang keberlangsungan bandara perlu adanya perencanaan terhadap operasional bandara tersebut, seperti rute rute yang akan dilayani, kawasan keselamatan operasional bandara dan lain lain.



### 2.2.1 Hierarki Bandara JB. Soedirman

Bandar Udara Jenderal Besar Soedirman direncanakan sebagai bandara pengumpan. Yang dimaksud dengan bandar udara pengumpan adalah

1. Bandar udara yang mempunyai cakupan pelayanan dan mempengaruhi perkembangan ekonomi lokal.
2. Bandar udara tujuan atau bandar udara penunjang dari bandar udara pengumpul.
3. Bandar udara sebagai salah satu prasarana penunjang pelayanan kegiatan lokal.

Sebagai bandar udara pengumpan, Bandara JB. Soedirman memiliki < 500.000 penumpang per tahun menurut KM No.10 Tahun 2010 yang berarti tidak membutuhkan landasan pacu yang sangat panjang. Bandara JB. Soedirman ini juga direncanakan menjadi bandara kelas IIIC, yang sebelumnya adalah Pangkalan Udara Militer tipe C.

### 2.2.2 Kawasan Keselamatan Operasional Bandara

Untuk memberi keleluasaan pesawat terbang didalam melakukan gerakan (maneuvering) baik didarat maupun diudara, diperlukan ruang bebas tertentu berdasarkan standar ditingkat Internasional yang dikeluarkan oleh *International Civil Aviation Organization* (ICAO) dan *Federal Aviation Administration* (FAA) agar dicapai tingkat keselamatan yang optimal dan dapat dipertanggung jawabkan.

Faktor-faktor yang harus diperhatikan dalam menentukan kebutuhan ruang udara dan pengendalian keselamatan penerbangan adalah :

- Ruang udara yang dibutuhkan pesawat terbang dalam melakukan gerakan
- Alat bantu navigasi udara dan telekomunikasi yang disediakan

Faktor-faktor tersebut di atas, ditentukan berdasarkan standar yang berlaku ditingkat Nasional maupun Internasional.

Peraturan perundangan yang berkaitan langsung dengan Kawasan Keselamatan Operasi Penerbangan di sekitar bandar udara meliputi :

**a. Ketentuan Di Tingkat Nasional**

- Undang-undang Nomor 1 tahun 2009 tentang Penerbangan
- Peraturan Pemerintah Nomor 3 Tahun 2001 tentang Keamanan dan Keselamatan Penerbangan (Lembaran Negara Tahun 2001 Nomor 9, Tambahan Lembaran Negara Nomor 4075)
- Peraturan Menteri Perhubungan No. KM 11 Tahun 2010 tentang Tata n K ebandarudaraan Nasional
- Peraturan Menteri Perhubungan Nomor KM 48 Tahun 2002 tentang Penyelenggaraan Bandar Udara Umum
- Peraturan Menteri Perhubungan Nomor KM 24 Tahun 2009 tentang Keselamatan Penerbangan;
- Peraturan Direktur Jenderal Perhubungan Udara No. SKEP/ 110/VI/2000 Tahun 2000 tentang Petunjuk Pelaksanaan Pembuatan Kawasan Keselamatan Operasi Penerbangan di Bandar Udara dan sekitarnya
- Peraturan Direktur Jenderal Perhubungan Udara No. SKEP/48/III/2001 tentang Pedoman Penelitian Rancangan Peraturan Menteri Perhubungan tentang Kawasan Keselamatan

Operasi Penerbangan di Bandar Udara dan sekitarnya

#### **b. Ketentuan Di Tingkat Internasional**

- Airport Planning Manual Part 2 tahun 1985 (DOC 9184 – An/1902) tentang *Land Use and Environment Control* yang menjelaskan tentang optimalisasi pemanfaatan tata ruang udara serta pengawasan lingkungan bandar udara.
- *Airport Service Manual* (DOC 9137 – An / 8982) Part 6 tentang *Control Of Obstacle* yang merupakan aplikasi ANNEX 14 dalam kaitannya dengan operasi penerbangan di mana hal-hal yang tidak tercakup di dalam ANNEX 14 diatur berdasarkan aturan-aturan ini di dalam membatasi *OBSTACLE BUFFER AIR SPACE* agar keleluasaan pesawat terbang di dalam bernavigasi terjamin keselamatan penerbangannya.
- *Advisory Circular* FAA AC 70/7460 – 21 tentang *Proposed Construction of Object that may affect the navigable airspace* yang berisi tentang hal-hal yang diperkirakan dapat mengganggu dan melampaui batasan kawasan keselamatan operasi penerbangan.

Berdasarkan ketentuan tingkat Internasional dari ICAO, ruang udara untuk kebutuhan gerakan pesawat dibagi menjadi beberapa bagian dengan persyaratan, pada batas-batas tertentu ruang udara yang dibutuhkan harus bebas halangan dari bangunan atau benda tumbuh yang diperkirakan dapat mengganggu keselamatan penerbangan, kecuali bangunan-bangunan tersebut secara teknis dibutuhkan untuk kepentingan operasi penerbangan.

Dalam ANNEX 14 tentang *Aerodromes*, telah ditentukan code number berdasarkan ketersediaan panjang landasan serta code letter berdasarkan wing spang terpanjang dari pesawat terbang yang beroperasi di bandar udara yang bersangkutan seperti tabel berikut :

**Tabel 2.1** *Aerodrome reference code*

Code element 1		Code element 2		
Code number	Aeroplane reference field length	Code letter	Wing span	Outer main gear wheel span
(1)	(2)	(3)	(4)	(5)
1	Less then 800 m	A	Up to but not including 15 m	Up to but not including 4,5 m
2	800 m up to but not including 1.200 m	B	15 m Up to but not including 24 m	4,5 m Up to but not including 6 m
3	1.200 m up to but not including 1.800 m	C	24 m Up to but not including 36 m	6 m Up to but not including 9 m
4	1.800 m and over	D	36 m Up to but not including 52 m	9 m Up to but not including 14 m
		E	52 m Up to but not including 65 m	9 m Up to but not including 14 m

*Sumber : ICAO, 1990*

**Tabel 2.2** Ukuran dan Kemiringan Permukaan Pendekatan

Permukaan dan Ukuran	Klasifikasi landasan					
	Non Instrumen		Instrument			
	Nomor kode		Non Presisi		Presisi Cat. 1	
			Nomor kode		Nomor kode	
	2	3	2	3	2	3
<b>PERMUKAAN KERUCUT</b>						
- Kemiringan (slope)	5%	5%	5%	5%	5%	5%
- Ketinggian	55 m	75 m	60 m	75m	60 m	100 m
<b>PERMUKAAN HORIZONTAL DALAM</b>						
- Ketinggian	45 m	45 m	45 m	45 m	45 m	45 m
- Radius	2.500 m	4.000 m	3.500 m	4.000 m	3.500 m	4.000 m
<b>PERMUKAAN PENDEKATAN DALAM</b>						
- Lebar	--	--	--	--	90 m	120 m
- Jarak dari Threshold	--	--	--	--	60 m	60 m
- Panjang	--	--	--	--	900 m	900 m
- Slope	--	--	--	--	2,50%	2,00%
<b>PERMUKAAN PENDEKATAN</b>						
- Panjang sisi dalam	80 m	150 m	150 m	300 m	150 m	300 m
- Jarak dari threshold	60 m	60 m	60 m	60 m	60 m	60 m
- Pelebaran (tiap sisi)	10,00%	10,00%	15,00%	15,00%	15,00%	15,00%
Bagian pertama						
- Panjang	2.500 m	3.000 m	2.500 m	3.000 m	3.000 m	3.000 m
- Slope	4,00%	3,33%	3,33%	2,00%	2,50%	2,00%
Bagian kedua						
- Panjang	--	--	--	3.600 m	12.000 m	3.600 m
- Slope	--	--	--	2,50%	3,00%	2,50%
Bagian datar						
- Panjang	--	--	--	8.400 m	--	8.400 m
- Total panjang	--	--	--	15.000 m	15.000 m	15.000 m
<b>PERMUKAAN TRANSISI</b>						
- Kemiringan	20,00%	14,30%	20,00%	14,30%	14,30%	14,30%
<b>PERMUKAAN TRANSISI DALAM</b>						
- Kemiringan	--	--	--	--	40,00%	33,30%

Sumber : ICAO, 1990

**Tabel 2.3** Ukuran dan Kemiringan Permukaan Lepas Landas

Permukaan dan ukuran	Nomor kode		
	1	2	3 atau 4
<b>PERMUKAAN LEPAS LANDAS</b>			
Panjang sisi dalam	60 m	80 m	180 m
Jarak dari ujung landas pacu	30 m	60 m	60 m
Pelebaran (tiap sisi)	10%	10%	12,50%
Lebar akhir	380 m	580 m	1.200 m
			1.800 m
Panjang	1.600 m	2.500 m	15.000 m
Kemiringan	5%	4%	2%

*Sumber : ICAO, 1990*

### 2.2.3 *Travel Time Value*

*Travel time cost* mengacu pada nilai waktu yang dihabiskan dalam perjalanan. *Travel time cost* meliputi biaya waktu dalam perusahaan, kendaraan, barang, dan biaya untuk konsumen personal (dibayar) waktu yang dihabiskan di perjalanan, termasuk waktu yang dihabiskan parkir dan berjalan ke dan dari kendaraan. *Saving* waktu tempuh perjalanan adalah manfaat yang dihasilkan dari penurunan waktu tempuh. (Victoria Transport Policy Institut, 2013)

Biaya perjalanan waktu menggabungkan berbagai “kualitas layanan”. Seperti kenyamanan, keamanan dan *prestige*.

Biaya waktu tempuh per menit cenderung lebih tinggi ketika pengemudi mengalami kemacetan, dan untuk penumpang merasa tidak nyaman. Misalnya, 1 jam dihabiskan diatas kursi yang nyaman, sedangkan jika dalam perjalanan 1 jam yang sama yang dihabiskan untuk mengemudi di jalan padat atau berdiri di bus yang penuh sesak. Perjalanan waktu mungkin relative rendah untuk beberapa bagian dari perjalanan, tetapi lebih tinggi untuk orang lain. Misalnya, berjalan ke halte bus, menunggu bus dan naik di bus yang penuh sesak masing-masing dapat dianggap memiliki biaya yang berbeda per menit.

*Value of Travel Time (VTT)* mengacu pada biaya waktu yang digunakan untuk transportasi yang dipilih, termasuk waktu dalam menunggu serta perjalanan sebenarnya. Ini termasuk biaya kepada konsumen pribadi (tidak dibayar) waktu yang dihabiskan di perjalanan, dan biaya untuk bisnis dibayar waktu karyawan dihabiskan di perjalanannya. Dibayar biaya perjalanan waktu harus dihitung berdasarkan waktu jam, tetapi biaya waktu perjalanan pribadi harus dihitung berdasarkan waktu yang dirasakan (Rodiyani, 2015). Dari kutipan dapat disimpulkan dalam menghitung *value of travel time* dapat menggunakan rumus sebagai berikut:

$$\text{Value of Travel time} = \frac{\text{Total biaya perjalanan}}{\text{Travel time}} \quad (2-1)$$

Terdapat penelitian sebelumnya yang telah menghitung *value of travel time* untuk pesawat ATR 72 tujuan Jember-Surabaya dengan hasil nilai waktu pada penumpang pesawat mulai dari Rp. 2913/menit sampai Rp. 7429/menit (Megalita Rodiyani, 2015)

Sementara itu untuk perhitungan nilai waktu moda darat berdasarkan formula Jasamarga dengan mempertimbangkan studi



tentang nilai waktu yang pernah ada. Nilai waktu minimum dan nilai waktu dasar berdasarkan pada tabel dibawah

Formula yang digunakan adalah sebagai berikut:

$$\text{Nilai waktu} = \text{Max}\{(K \times \text{Nilai Waktu Dasar}); \text{Nilai Waktu Min} \quad (2-2)$$

**Tabel 2.4** Nilai Waktu dari Berbagai Studi

Rujukan	Nilai waktu (Rp/jam/kendaraan)		
	Golongan I	Golongan IIA	Golongan IIB
PT Jasa Marga (1990-1996)	12,28	18,534	13,768
Padalarang-Cileunyi (1996)	3,385-5,425	3,827-38,344	5,716
Semarang (1996)	3,411-6,221	14,541	1,506
IHCM (1995)	3,281	18,212	4,971
PCI (1979)	1,341	3,827	3,152
JIUTR Nothern Extensxon (PCI, 1989)	7,06	14,670	3,659
Surabaya-Mojokerto	8,880	7,960	7,980

(Sumber: Tamin, Ofyar Z., 2014)

**Tabel 2.5** Nilai K untuk Beberapa Kota

No	Kabupaten/Kota	Nilai
1	Jakarta	1.0
2	Cianjur	0.1
3	Bandung	0.3
4	Cirebon	0.0
5	Semarang	0.5
6	Surabaya	0.7
7	Gresik	0.2
8	Mojokerto	0.0
9	Medan	0.4

(Sumber: Jasamarga 1997-1998)

**Tabel 2.6** Nilai Waktu Minimum (Rp/jam)

No	Kabupaten/ Kodya	Jasa Marga			JIUTR		
		Gol I	Gol IIA	Gol IIB	Gol I	Gol IIA	Gol IIB
1	DKI-Jakarta	8200	12369	9188	8200	17022	4246
2	Selain DKI- Jakarta	6000	9051	6723	6000	12455	3107

(Sumber: Tamin, Ofyar Z., 2014)

### 2.2.4 Spesifikasi Pesawat (ATR 72)

ATR 72 adalah pesawat penumpang regional jarak pendek bermesin *twin-turboprop* yang dibangun perusahaan pesawat Perancis-Italia ATR. Pesawat ini memiliki kapasitas hingga 78 penumpang dalam konfigurasi kelas tunggal dan dioperasikan oleh dua kru penerbang. ATR 72 dikembangkan dari ATR 42 dalam

usaha untuk meningkatkan kapasitas penumpang (dari 48 menjadi 78) dengan memperpanjang lambung pesawat sebesar 4,5m (14ft 9in), meningkatkan bentang sayap, memberikan mesin yang lebih bertenaga, dan meningkatkan kapasitas bahan bakar hingga 10%. ATR 72 diluncurkan tahun 1986 dan melaksanakan penerbangan perdananya pada 27 Oktober 1988. Sedikitnya 408 ATR 72 telah dikirim ke seluruh dunia dengan jumlah pesanan hingga 28 pesawat lebih (Wikipedia, 2016).

ATR 42-600 dan ATR 72-600 baru akan dilengkapi dengan teknologi terbaru yang dibangun dengan pengalaman yang didapat dari pesawat sebelumnya, dengan memiliki efisiensi yang lebih tinggi. Pesawat ini akan dilengkapi dengan mesin standar PW127M (mesin baru menyediakan peningkatan 5% tenaga termodinamika saat lepas landas, performa yang lebih baik pada landasan pendek, dalam kondisi cuaca panas dan ketinggian. Dilengkapi dengan “fungsi *boost*” yang digunakan untuk menambah tenaga, hanya digunakan saat lepas landar.), dek penerbangan dengan kokpit digital dilengkapi dengan lima *layer* LCD yang akan menggantikan EFIS (*Electronic Flight Instrument System*) yang dipakai saat ini. Sebagai tambahan, sebuah *Multi-Purpose Computer* (MPC) akan meningkatkan kemana penerbangan dan kemampuan operasional. Sistem avionik baru, yang disediakan oleh Thales, akan menyediakan kapabilitas CAT III dan RNP. Pesawat ini juga dilengkapi dengan sistem pencahayaan baru dan kursi yang lebih nyaman dari ruang barang di atas kepala yang lebih besar.

Spesifikasi ATR 72 dapat dilihat pada tabel dibawah ini yang bersumber dari *Aerospatiale ATR-72 Operating Manual* (Delta Virtual Airline, 2015).

**Tabel 2.7** Spesifikasi Pesawat ATR 72

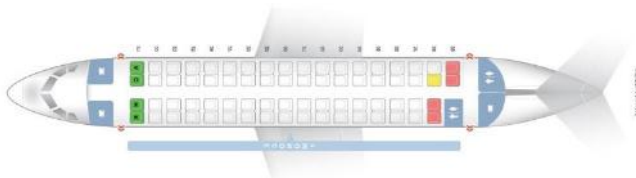
<b>Basic Dimensions</b>		
Aircraft Length	89 ft 1.5 in	27.166 m
Aircraft Height	10 ft 8 in	3.27 m
Wingspan	88 ft 9 in	27.05 m
Wing Height	12 ft 2 in	3.71 m
Tail Span	23 ft 11.8 in	7.31 m
Tail Height	24 ft 8 in	7.52 m
Wheel Track	13 ft 5.4 in	4.10 m
Engine Separation	26 ft 6.8 in	8.10 m
Cabin Width	74.21 in	1.91 m
Cabin Height	102 in	2.57 m
<b>Wights and Loading</b>		
Maximum Taxi Wight	49,978 lbs	22,670 kg
Maximum Take off Wight	49,603 lbs	22,500 kg
Maximum Loading Weight	49,273 lbs	22,350 kg
Maximum Zero Fuel Wight	45,194 lbs	20,500 kg
Maximum Payload	15,542 lbs	7,050 kg

**Tabel 2.7** Spesifikasi Pesawat ATR 72 (Lanjutan)

Maximum Fuel Load	11,023 lbs	5,000 kg
Maximum Range @ 240 kts	2160 Nm	4,000 km
Operational Limitations		
Service Ceiling	25,000 feet	
Maximum Operating Speed	250 knots/Mach 0.55	
Maximum Manoeuvre Speed	175 knots	
Maximum Rough Air Speed	180 knots	
Maximum Wiper Operation	160 knots	
Maximum Flap Extension	Vfe = 185 KT/Vfe 30=150 KT	
Maximum Landing Speed	165 knots ground speed	
Maximum Gear Extension	Vle = 185 KT / Vlo RET = 160 KT	
Performance Data		
Economy Cruise Speed	248 knots	
Maximum Cruise Speed	284 knots	
Stall (Clean) Vs1 @MGW	102 knots	
Stall (Flaps & Gear)	84 knots	

(Sumber: *Aerospatiale ATR-72 Operating Manual, 2005*)

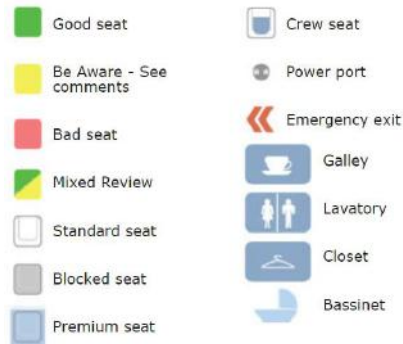
Pesawat ATR 72-600 adalah pesawat yang memungkinkan untuk melayani bandara dengan kelas IIIC, yang nantinya akan beroperasi di Bandara JB. Soedirman. Pesawat turbopropeler seperti ATR 72-600 memiliki kapasitas yang sesuai (70-72 *seat*) untuk melayani rute penerbangan yang penumpangnya relatif belum cukup untuk pesawat seukuran CRJ1000 (96 *seat*). Selain itu ATR 72 juga mampu beroperasi dari/ke landasan relatif pendek (1200) dan sangat ekonomis (*block fuel* kurang dari 700kg per jam) serta memiliki tingkat emisi yang rendah. Konsep layanan ATR 72-600 nantinya bersifat *all-Economy Class*. *Network* model ATR 72-600 akan digunakan baik untuk rute *hub-feeder* maupun *point-to-point* dan kelak bahkan *cross-border* jarak dekat. Pada Gambar dibawah ini dijelaskan contoh klasifikasi yang ditawarkan oleh maskapai di Indonesia, yaitu Garuda Indonesia.



**Gambar 2.1** Seat ATR 72-600 Garuda Indonesia

Sumber:

[https://www.seatguru.com/airlines/Garuda\\_Indonesia/Garuda\\_Indonesia\\_ATR\\_72-600.php](https://www.seatguru.com/airlines/Garuda_Indonesia/Garuda_Indonesia_ATR_72-600.php)



**Gambar 2.2** *Seat Map Key* ATR 72-600 Garuda Indonesia

Sumber:

[https://www.seatguru.com/airlines/Garuda\\_Indonesia/Garuda\\_Indonesia\\_ATR\\_72-600.php](https://www.seatguru.com/airlines/Garuda_Indonesia/Garuda_Indonesia_ATR_72-600.php)

*Good seat* adalah kursi standart kelas ekonomi dengan ruang kaki ekstra karena dekat dengan pintu keluar. Tabel ray di sandaran tangan, membuat sandaran tangan yang bergerak dan sedikit mengurangi lebar kursi. Tidak ada penyimpanan lantai untuk kursi ini selama lepas landas dan mendarat. *Standart seat* adalah kursi standar ekonomi. *Be Aware – Seat* adalah kursi kelas ekonomi standar yang dekat dengan toilet dan dapur sehingga dapat mengurangi kenyamanan ketika duduk di posisi ini. *Bad seat* adalah kursi kelas ekonomi standar yang dekat dengan toilet dan dapur sehingga mengurangi kenyamanan selama penerbangan berlangsung.

### 2.2.5 Prediksi Permintaan Angkutan Udara

Untuk melakukan peramalan lalu lintas udara terdapat beberapa metode yang dapat digunakan. Metode-metode yang ada ini cukup bervariasi matematis yang lebih rumit. Metode perkiraan sederhana dilakukan dengan memperkirakan jumlah pertumbuhan

berdasarkan data yang ada tanpa melakukan suatu perhitungan matematis. Metode yang lebih rumit dilakukan dengan memasukkan banyak variabel dalam peramalan pertumbuhan dan perhitungan dilakukan secara matematis atau menggunakan program komputer. Pemilihan metode tergantung pada fungsi penggunaan peramalan, tersedianya data yang diperlukan, kecanggihan teknik yang digunakan, tersedianya dana, waktu peramalan dan derajat kejenuhan yang dikehendaki. Beberapa metode peramalan yang dapat digunakan antara lain : *Forecasting by Judgement* (Peramalan dengan pertimbangan), *Trend Extrapolation* (Peramalan kecenderungan), *Market Analysis* (Analisis Pasar), dan *Econometric Modelling* (Permodelan Ekonometrik). (Rodiyani, 2015)

Dalam *Econometric Modelling* terdapat faktor-faktor ekonomi, sosial, dan operasional yang bermacam-macam yang mempengaruhi penerbangan. Model-model ekonometrik yang menghubungkan kegiatan penerbangan dengan faktor-faktor sosial ekonomi merupakan teknik yang sangat berguna dalam membuat peramalan masa mendatang. Terdapat teknik-teknik yang sangat bervariasi yang digunakan dalam model ekonometrik untuk perencanaan bandar udara. Teknik-teknik analisis regresi berganda dan sederhana sering digunakan pada variasi peramalan untuk memastikan hubungan di antara peubah terikat dan peubah bebas seperti pertumbuhan ekonomi dan jumlah penduduk, faktor-faktor pasar, faktor-faktor yang menghalangi perjalanan dan persaingan antara alat transportasi yang berbeda.

### **2.2.6 Analisis Regresi**

Metode analisis regresi linier digunakan untuk melihat bagaimana dua (regresi sederhana) atau lebih (regresi berganda) peubah yang saling terkait.



### 2.2.6.1 Regresi Linier Sederhana

Analisis regresi linier sederhana hanya menghubungkan variabel terikat dengan 1(satu) buah variabel bebas yang mempengaruhi naik turunnya variabel terikat yang diasumsi studi. Analisis regresi linier digunakan untuk mempelajari hubungan antar sifat permasalahan yang sedang diselidiki. Penggunaan metode regresi digunakan, karena menghasilkan garis penyimpangan yang dapat ditekan sekecil mungkin sesuai dengan data yang dimiliki. Secara umum persamaannya sebagai berikut;

$$Y = A + BX \quad (2-3)$$

Dimana :

Y = peubah tidak bebas

X = peubah bebas

A = intersep atau konstanta regresi

B = koefisien regresi

### 2.2.6.2 Regresi Linier Berganda

Analisis regresi linier yang menghubungkan 1 (satu) variabel terikat dengan 2 (dua) atau lebih variabel-variabel bebas yang dianggap atau mungkin mempengaruhi perubahan variabel terikat.

Bentuk umum metode analisis regresi linier berganda adalah sebagai berikut;

$$Y = a + b_1X_1 + b_2X_2 + b_nX_n \quad (2-4)$$

Dimana :

a = peubah tidak bebas

- b = peubah bebas
- n = intersep atau konstanta regresi
- X = koefisien regresi
- Y = variabel tak bebas

Analisis regresi linier berganda adalah suatu metode statistik. Untuk menggunakannya, terdapat beberapa asumsi yang perlu diperhatikan:

- Nilai Variabel, mempunyai nilai tertentu atau merupakan nilai yang didapat dari hasil survei tanpa kesalahan berarti.
- Variabel Tidak Bebas (y), harus mempunyai hubungan korelasi linier dengan variabel bebas (x). Jika hubungan tersebut tidak linier, transformasi linier harus dilakukan, meskipun batasan ini akan mempunyai implikasi lain dalam analisis residual
- Efek variabel bebas pada variabel tidak bebas merupakan penjumlahan, dan harus tidak ada korelasi yang kuat antara sesama variabel bebas.
- Variansi variabel tidak bebas terhadap garis regresi harus sama untuk semua nilai variabel bebas.
- Nilai variabel tidak bebas harus tersebar normal atau minimal mendekati normal. Nilai variabel bebas sebaiknya merupakan besaran yang relatif mudah diproyeksikan (Tamin, 2000)

Tujuan pokok dari penggunaan metode analisis regresi ini adalah untuk meramalkan atau memperkirakan nilai dari suatu variabel yang diketahui

### **2.3 Runway (Landasan Pacu)**

Fasilitas Landas Pacu (*Runway*), fasilitas ini adalah fasilitas yang berupa suatu perkerasan yang disiapkan untuk pesawat melakukan kegiatan pendaratan dan tinggal landas.

Elemen dasar *runway* meliputi perkerasan yang secara struktural cukup untuk mendukung beban pesawat yang dilayaninya, bahu landasan pacu, *runway strip*, landas pacu buangan panas mesin (*blast pad*), *runway end safety area*, *stopway*, *clearway*. Kelengkapan data yang merupakan aspek penilaian meliputi *runway designation/number/azimuth* yang merupakan nomer atau angka yang menunjukkan penomoran landas pacu dan arah kemiringan landas pacu tersebut. Data ini merupakan data yang telah ditetapkan sejak awal perencanaan dan pembangunan bandar udara. Bagian berikutnya adalah dimensi landas pacu yang meliputi panjang dan lebar landas pacu. Panjang landasan pacu dipengaruhi oleh pesawat kritis yang dilayani, temperatur udara sekitar, ketinggian lokasi, kelembaban bandar udara, kemiringan landas pacu, dan karakteristik permukaan landas pacu.

### **2.3.1 Data Angin / Analisis Windrose**

Analisis arah angin merupakan hal yang sangat mendasar guna penentuan arah landasan pacu. Berdasarkan ICAO, arah landasan pacu sebuah bandar udara secara prinsip diupayakan sedapat mungkin harus searah dengan arah angin yang dominan. Pada saat pesawat udara mendarat atau lepas landas, pesawat udara dapat melakukan pergerakan di atas landasan pacu sepanjang komponen angin yang bertiup tegak lurus dengan Bergeraknya pesawat udara (*crosswind*) tidak berlebihan. Beberapa referensi ICAO dan FAA menyatakan bahwa besarnya *crosswind* maksimum yang diperbolehkan bergantung pada jenis dan ukuran pesawat yang beroperasi, susunan sayap dan kondisi permukaan landasan pacu. (Horonjeff, McKelvey, Sproule, & Young, 2010)

Penentuan arah landasan pacu yang disyaratkan oleh ICAO adalah bahwa arah landasan pacu sebuah bandar udara harus diorientasikan sehingga pesawat udara dapat mendarat dan lepas landas paling sedikit 95% dari seluruh komponen angin yang bertiup. Adapun besarnya batas kecepatan komponen angin silang

(*crosswind*) yang diijinkan adalah 10 knot untuk bandar udara dengan panjang landas pacu kurang dari 1200m, sementara untuk 1200-1500m sebesar 13 knot, dan untuk landasan lebih atau sama dengan 1500m adalah 20 knot.

Pada saat mendarat dan lepas landas, pesawat terbang dapat melakukan manuver di atas landas pacu selama komponen angin yang tegak lurus arah Bergeraknya pesawat (*crosswind*) tidak berlebihan besarnya

Jika tersedia data mengenai arah angin lengkap dengan presentase dari kecepatan anginnya maka untuk mendapatkan orientasi *runway* yang sesuai dengan ketentuan ICAO harus dilakukan langkah-langkah analisis angin dengan metode *wind rose*.

### **2.3.2 Perhitungan Panjang Runway Berdasarkan Kondisi Lingkungan Bandara**

Dalam penentuan dimensi *runway* suatu bandara, *International Civil Aviation Organization* (ICAO) memiliki suatu standar yang disebut *Aeroplane Reference Field Length* (ARFL) untuk pengukuran panjang landasan pacu. Menurut ICAO, ARFL adalah panjang minimum *runway* untuk lepas landas pada *maximum take off weight*, kondisi standar atmosfer, elevasi landasan pacu terhadap air laut, keadaan tanpa angin bertiup, *runway* tanpa kemiringan (kemiringan = 0). Setiap pesawat yang diproduksi di pabrik sudah memiliki ARFL-nya sendiri sendiri.

Berikut ini adalah ketentuan faktor koreksi yang digunakan untuk menghitung panjang *runway*.

#### **2.3.2.1 Temperatur**

Kondisi temperatur lokasi berpengaruh dengan dimensi landasan, dengan semakin tinggi temperatur maka landasan yang dibutuhkan akan lebih panjang, hal ini disebabkan karena temperatur yang tinggi memiliki kerapatan udara yang rendah yang

berpengaruh dengan *output* daya dorong yang semakin rendah. Menurut ICAO, panjang runway dikoreksi terhadap temperatur sebesar 1% setiap penambahan temperatur 1°C, sedangkan untuk setiap kenaikan 1000m dari muka laut temperatur akan turun 6,5°C. Maka ICAO menetapkan hitungan faktor koreksi temperatur ( $F_t$ ) sebagai berikut:

$$F_t = 1 + 0,01 (T - (15 - 0,0065 h)) \quad (2-5)$$

Keterangan :

$F_t$  : Faktor koreksi temperatur

$T$  : Temperatur lapangan terbang

$h$  : Elevasi lapangan terbang

### 2.3.2.2 Elevasi Permukaan *Runway*

Menurut ICAO, panjang landasan pacu akan bertambah sebesar 7% setiap kenaikan 300m (1000ft) dihitung dari ketinggian diatas muka laut. Rumus perhitungan faktor koreksi elevasi ( $F_e$ ) adalah sebagai berikut :

$$F_e = 1 + 0,07 \frac{h}{300} \quad (2-6)$$

Keterangan :

$F_e$  : Faktor koreksi elevasi

$h$  : Elevasi lapangan terbang

### 2.3.2.3 Kemiringan *Runway*

*Effective Gradient* adalah beda tinggi antara titik tertinggi dan titik terendah dari penampang memanjang *runway* dibagi dengan panjang *runway*. Setiap kemiringan 1% *effective gradient* panjang *runway* akan bertambah sebesar 10%, dimana dapat dirumuskan dengan:

$$F_s = 1 + 0,1S \quad (2-7)$$

Keterangan :

$F_s$  : Faktor koreksi kemiringan

$S$  : Gradien Efektif

Dari data pesawat rencana yang beroperasi diketahui panjang landasan pacu referensi ARFL (*Aerodrome Reference Field Length*) yang kemudian dikalikan dengan ketentuan faktor koreksi di atas untuk mendapatkan panjang landasan pacu sesungguhnya (*Actual Runway Length*). Sehingga untuk menghitung panjang *runway* yang dibutuhkan (terkoreksi) adalah:

$$\text{Panjang Runway} = \text{ARFL} \times F_t \times F_e \times F_s \quad (2-8)$$

Setelah panjang *runway* di dapatkan, kemudian dikontrol lagi menggunakan *Aerodrome Reference Code* (ARC) yang dipakai oleh ICAO untuk mempermudah membaca hubungan antara beberapa spesifikasi pesawat dengan karakteristik fisik lapangan terbang.

**Tabel 2.8** ICAO Aerodrome Reference Codes

<i>Code Number</i>	<i>Reference Field Length, m</i>	<i>Code Letter</i>	<i>Wingspan, m</i>	<i>Distance between Outside Edges of Main Wheel Gear, m</i>
1	< 800	A	< 15	< 4.5
2	$800 \leq 1200$	B	$15 \leq 24$	$4.5 \leq 6$
3	$1200 \leq 1800$	C	$24 \leq 36$	$6 \leq 9$
4	$\geq 1800$	D	$36 \leq 52$	$9 \leq 14$
		E	$52 \leq 65$	$9 \leq 14$

(Sumber : Horonjeff & Mckelvey, 2010)

### 2.3.3 Lebar Runway

Persyaratan mengenai lebar *runway* minimum sudah diatur lebih detail menurut badan penerbangan ICAO dan Peraturan Dirjen Perhubungan Udara.

**Tabel 2.9** Lebar *Runway* (Width) berdasarkan *Code Number*

Code Number	Code Letter					
	A	B	C	D	E	F
1a	18 m	18 m	23 m	-	-	-
2	23 m	23 m	30 m	-	-	-
3	30 m	30 m	30 m	45 m	-	-
4	-	-	45 m	45 m	45 m	60 m

(Sumber: SKEP/77/VI/2005 Dirjen Perhubungan)

- Catatan :
- 1a. Lebar *runway* dapat dikurangi hingga 15m atau 10m tergantung dari luas yang dibatasi pada pesawat jenis kecil/small *aeroplane*.
  2. Pengoperasian yang diijinkan untuk pesawat *landing* atau *take off* dimana lebar *runway* harus lebih kecil atau lebih panjang daripada minimum lebar yang sesuai dengan *code letter* pesawat. Jika *Precision Approach*.

#### 2.3.4 *Runway Shoulder*

Bahu landasan harus dibuat secara simetris pada masing-masing sisi dari *runway* dan kemiringan melintang maksimum pada permukaan bahu landasan pacu 2,5%.

*Runway* yang melayani pesawat *Jet – Propeller*, dimana *engine* pesawat ketika bergerak posisinya melebihi tepi landasan maka permukaan bahu landasan (*runway*) harus dibuat perkerasan bitumen (*paved shoulder*).



**Tabel 2.10** *Runway Shoulder*

Code Letter	Penggolongan Pesawat	Lebar shoulder (m)	Kemiringan maksimum shoulder (%)
A	I	3	2,5
B	II	3	2,5
C	III	6	2,5
D	IV	7,5	2,5
E	V	10,5	2,5
F	VI	12	2,5

(Sumber: SKEP/77/VI/2005 Dirjen Perhubungan)

### **2.3.5 Runway Slope**

*Runway Slope* atau kemiringan landasan pacu memiliki kriteria perencanaan yang sudah diatur dalam peraturan , yaitu dalam Peraturan Direktur Jenderal Perhubungan Udara No. SKEP/77/VI/2005 tentang Persyaratan Teknis Pengoperasian Fasilitas Teknik Bandar Udara.

#### **2.3.5.1 Transversal Slope**

Kemiringan melintang oada beberapa bagian dari *runway* arus cukup memadai untuk menghindari penambahan air dan harus disesuaikan dengan tabel dibawah ini.

**Tabel 2. 11** Kemiringan Melintang Maksimum *Runway*

<b>Code Letter</b>	<b>Penggolongan pesawat</b>	<b>Preferred Slope</b>	<b>Minimum slope</b>	<b>Maximum slope (%)</b>
A	I	2	1,5	2,5
B	II	2	1,5	2,5
C	III	1,5	1	2
D	IV	1,5	1	2
E	V	1,5	1	2
F	VI	1,5	1	2

(Sumber: SKEP/77/VI/2005 Dirjen Perhubungan)

### **2.3.5.2 Longitudinal Slope**

Seluruh kemiringan memanjang *runway*, ditentukan dengan membagi perbedaan antara maksimum dan minimum elevasi sepanjang garis tengah *runway* dengan panjang *runway*, maksimum kemiringannya adalah:

**Tabel 2.12** Kemiringan Memanjang Maksimum *Runway*

Code Letter	Penggolongan pesawat	Runway Gradient (m)	Pada Bagian Landasan (%)	¼ dari ujung landasan (%)	Jarak tampak pada jarak min ½ landasan (m)
A	I	$\leq 2$	$\leq 2$	-	1,5
B	II	$\leq 2$	$\leq 2$	-	1,5
C	III	$\leq 1$	$\leq 1,5$	$\leq 0,8$	2
D	IV	$\leq 1$	$\leq 1,5$	$\leq 0,8$	2
E	V	$\leq 1$	$\leq 1,25$	$\leq 0,8$	3
F	VI	$\leq 1$	$\leq 1,25$	$\leq 0,8$	3

(Sumber: SKEP/77/VI/2005 Dirjen Perhubungan)

Perubahan berurutan dari satu kemiringan memanjang ke lainnya harus dipenuhi dengan kurva vertikal, dengan perbandingan dari perubahan minimum adalah:

**Tabel 2.13** Kurva Kemiringan Memanjang

Code Letter	Penggolongan pesawat	Perubahan Berurutan (m)	Jari-jari Peralihan (%) / (m)	Kurva Vertikal Minimum (m)	Jarak antara 2 Perubahan Sudut Berurutan (m)
A	I	$\leq 2$	$\leq 2$	-	1,5
B	II	$\leq 2$	$\leq 2$	-	1,5
C	III	$\leq 1,5$	$\leq 1,5$	$\leq 0,8$	2
D	IV	$\leq 1,5$	$\leq 1,5$	$\leq 0,8$	2
E	V	$\leq 1,5$	$\leq 1,25$	$\leq 0,8$	3
F	VI	$\leq 1,5$	$\leq 1,25$	$\leq 0,8$	3

(Sumber: SKEP/77/VI/2005 Dirjen Perhubungan)

Jarak antara dua perubahan sudut berurutan (D) tidak boleh lebih dari:

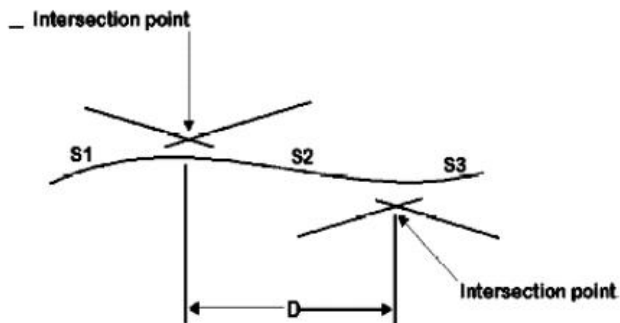
- 45m; atau
- Jarak dalam ukuran menggunakan formula :  $D = k (|S1-S2| + |S2-S3|) / 100$  dimana 'k' (koefisien) adalah :

**Tabel 2.14** Nilai Koefisien k

Code Letter	Penggolongan Pesawat	Nilai Koefisien k (m)
A	I	50
B	II	50
C	III	150
D	IV	150
E	V	300
F	VI	300

(Sumber: SKEP/77/VI/2005 Dirjen Perhubungan)

‘S1’, ‘S2’ dan ‘S3’ adalah persentase tiga kemiringan berurutan yang nyata seperti gambar berikut;

**Gambar 2.3** Kemiringan Memanjang

Sumber: SKEP/77/VI/2005 Dirjen Perhubungan

### 2.3.6 Jarak Pandang *Runway*

Jika perubahan kemiringan tidak dapat dihindarkan maka harus ada suatu arah garis tanpa halangan, dan terdapat dalam tabel berikut;

**Tabel 2.15** Jarak Pandang Minimum *Runway*

Code Letter	Penggolongan pesawat	Jarak pandang pada jarak minimum $\frac{1}{2}$ <i>runway</i> (m)
A	I	1,5
B	II	2
C	III	3
D	IV	3
E	V	3
F	VI	3

(Sumber: SKEP/77/VI/2005 Dirjen Perhubungan)

### 2.3.7 *Turning Area*/Area untuk Berputar

Area putaran untuk pesawat dilengkapi beberapa titik di runway, lebar dari area putaran harus terbebas dari rintangan terutama roda pesawat yang digunakan di runway sampai dengan tepi dari titik area putaran, dan itu tidak kurang dari ketetapan jarak seperti dalam tabel berikut;

**Tabel 2.16** *Turning Area*

Code Letter	Penggolongan Pesawat	Jarak Minimum antara Roda dan Tepi Putaran (m)
A	I	1.5
B	II	2.25
C	III	4.5
D	IV	4.5
E	V	4.5
F	VI	4.5

(Sumber: SKEP/77/VI/2005 Dirjen Perhubungan)

*Wheelbase* dan *wheeltrack* sebuah pesawat menjadi acuan untuk menentukan radius putar minimum sebuah pesawat, yang mana sangat berpengaruh untuk desain *turning area* di perencanaan fasilitas sisi udara bandara, kemampuan roda pesawat untuk berbelok juga menjadi salah satu acuan untuk menentukan *turning area* yang mana pada setiap pesawat memiliki kemampuan berbelok yang berbeda-beda, untuk *angle* maksimum berkisar  $60^\circ$  sampai  $80^\circ$ , pada perencanaan biasanya dipakai  $50^\circ$  sebagai *steering angle* suatu pesawat dalam sebuah perhitungan

*Turning radius* dari sebuah pesawat bisa dihitung melalui rumus

$$R_{180^\circ turn} = b \tan(90 - \beta) + t/2 \quad (2-9)$$

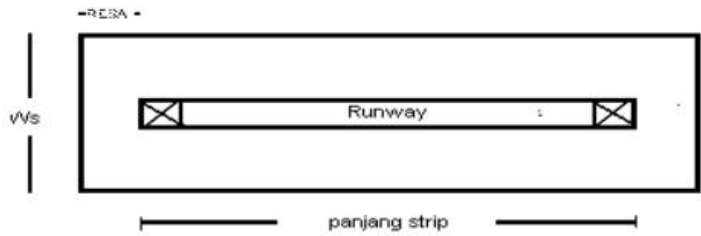
Dimana,

b = wheelbase sebuah pesawat

- t = wheel track sebuah pesawat
- $\beta$  = maximum steering angle (50°)

2.3.8 Runway Strip

Runway Strip adalah suatu bidang persegi panjang yang diratakan bersih tanpa benda-benda yang mengganggu, dilengkapi dengan drainase dan mencakup landasna pacu, daerah henti dan dipergunakan untuk mendukung peralatan pemeliharaan serta dalam keadaan darurat harus mampu mendukung pesawat udara bila keluar dari landasan pacu.



Gambar 2.4 Runway Strip

Sumber: SKEP/77/VI/2005 Dirjen Perhubungan, 2005

Tabel 2.17 Runway Strips

No.	Uraian	Code Letter / Penggolongan pesawat					
		A / I	B / II	C / III	D / IV	E / V	F / VI
1.	Lebar minimm termasuk landasan(Ws)						
	o Landasan instrument (m)						
	➤ Pendekata presisi	150	150	300	300	300	300
	➤ Pendekatan non-presisi	150	150	300	300	300	300



	o Landasan non-instrument (m)	60	80	150	150	150	150
2.	Permukaan Strip : Tidak boleh ada benda-benda, kecuali alat bantu visual untuk navigasi udara pada strip						
	o Landasan instrument (m)						
	➤ Pendekatan presisi						
	Kategori I	90	90	120	120	120	120
	Kategori II	-	-	120	120	120	120
	Kategori III	-	-	120	120	120	120
	Kategori IV						
3.	Lebar minimum yang diratakan termasuk landasan (m)						
	o Landasan instrument	80	80	150	150	150	150
	o Landasan non-instrument	60	60	150	150	150	150
4.	Slope kemiringan memanjang (%):						
	o Maksimum yang diratakan	2	2	1,75	1,75	1,75	1,75
	o Perubahan maksimum tiap 30m pada strip diluar ambang landasan	2	2	2	2	2	2
5.	Slope kemiringan melintang (%):						
	o Maksimum yang diratakan	< 3	< 3	< 2,5	< 2,5	< 2,5	< 2,5
	o Perubahan maksimum pada 3m pertama dari tepi landasan, bahu landasan, dan stopway	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5

	o Maksimum diluar bagian yang diratakan	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5	< 5
--	---	-----	-----	-----	-----	-----	-----

(Sumber: SKEP/77/VI/2005 Dirjen Perhubungan)

### 2.3.9 Runway Marking

Disesuaikan dengan Peraturan Menteri Perhubungan No. KM 21 Tahun 2005 tentang pemberlakuan standar nasional Indonesia (SNI) 03-7095-2005 mengenai marka dan rambu pada daerah pergerakan pesawat udara di bandar udara, meliputi;

- a. *Runway side stripe marking*
- b. *Runway designation marking*
- c. *Threshold marking*
- d. *Runway centre line marking*
- e. *Aiming point marking*
- f. *Touchdown zone marking*
- g. *Displaced threshold marking*
- h. *Pre-threshold marking*

### 2.3.10 Perkerasan Runway (Metode FAA)

Metode perencanaan FAA yang dibahas pada bab ini adalah metode perencanaan yang mengacu pada standar perencanaan perkerasan FAA *Advisory Circular* (AC) 150/5320-6E (FAA, 2009). Metode ini adalah pengembangan perencanaan perkerasan berdasarkan metode CBR.

#### 2.3.9.1 Klasifikasi Tanah

Metode yang dikembangkan oleh *Federal Aviation Administration* (FAA) ini pada dasarnya menggunakan statistik perbandingan kondisi lokal dari tanah, sistem drainase dan cara pembebanan untuk berbagai tingkah laku beban. Klasifikasi tanah didasarkan atas hal-hal berikut ini :

- a) Butiran yang tertahan pada saringan no. 10.

- b) Butiran yang lewat saringan no. 10 tetapi ditahan no. 40.
- c) Butiran yang lewat saringan no. 40 tetapi tertahan saringan no. 200.
- d) Butiran yang lewat saringan no. 200.
- e) *Liquid Limit*.
- f) *Plasticity Index*.

Klasifikasi tanah diatas hanya membutuhkan analisa mekanis (analisa saringan) serta penentuan *liquid limit* dan *plasticity index*. Namun untuk menentukan baik buruknya jenis tanah kita tidak hanya mendasarkan kepada analisa laboratorium, tetapi memerlukan penelitian di lapangan terutama yang berhubungan dengan drainase, kemampuan melewati air permukaan.

Drainase yang kurang baik akan menghasilkan subgrade yang tidak stabil, dengan sistem drainase yang baik, maka akan menghindarkan subgrade dari genangan air, topografi, jenis tanah, dan muka air tanah akan berpengaruh pada sistem drainase di lapangan. Drainase yang jelek akan menghasilkan subgrade yang labil, dengan sistem drainase yang baik maka menghindarkan subgrade dari genangan air dan akan menjaga kestabilan subgrade.

FAA telah membuat klasifikasi tanah, untuk perencanaan perkerasan yang dibagi dalam 13 kelas dari E1 sampai E13. Klasifikasi ini diambil dari *Airport Paving FAA, Advisory Circular*, adalah sebagai berikut :

**Tabel 2.18** Klasifikasi Tanah Digunakan untuk Merencanakan Perkerasan FAA

Grup Tanah	Analisa Saringan				Liquid limit	Plasti city Index	Subgrade Class	
	Presentase bahan tertahan saringan No. 10	Bahan lebih kecil dari Saringan No.10 (%)					Drainage baik	Drainage jelek
		Pasir kasar lolos saringan No. 10 tapi ditahan No. 40	Pasir halus lewat saringan No. 40 ditahan No. 200	Campuran lumpur dan tanah liat lolos No. 200				
Kerikil								
E-1	0 - 45	40 +	60 -	15 -	25 -	6 -	Fa atau Fa	Fa atau Ra
E-2	0 - 45	15 +	85 -	25 -	25 -	6 -	Fa atau Ra	F1 atau R8
E-3	0 - 45			25 -	25 -	6 -	F1 atau Ra	F2 atau Rb
E-4	0 - 45			35 -	35 -	10 -	F1 atau Ra	F3 atau Rb
Butiran Halus.								
E-5	0 - 55			45 -	40 -	15 -		F3 atau Rb
E-6	0 - 55			45 +	40 -	10 -		F4 atau Rc
E-7	0 - 55			45 +	50 -	10-30		F5 atau Rc
E-8	0 - 55			45 +	60 -	15-40		F6 atau Rc
E-9	0 - 55			45 +	40 +	30 -		F7 atau Rd
E-10	0 - 55			45 +	70 -	20-50		F8 atau Rd
E-11	0 - 55			45 +	80 -	30 +		F9 atau Re
E-12	0 - 55			45 +	80 +			F10 atau Re
E-13	Tanah gambut, tidak bisa untuk Subgrade							

(Sumber: Basuki, 1986)

Pada tabel 2.17, ditunjukkan jenis tanah mana yang baik untuk *subgrade* perkerasan *flexible* (F) dan mana yang baik untuk *subgrade* perkerasan *rigid* (R).

Apabila di dalam test laboratorium yang kita dapatkan nilai CBR-nya, pada tabel 2.18 ini diberikan hubungan nilai CBR dengan mutu tanah menurut FAA.

**Tabel 2.19** Hubungan antara harga CBR dengan klasifikasi subgrade menurut FAA

Klasifikasi	CBR
Fa	20 (atau lebih)
F1	16 – 20
F2	13 – 16
F3	11 – 13
F4	9 – 11
F5	8 – 9
F6	7 – 8
F7	6 – 7
F8	5 – 6
F9	4 – 5
F10	3 – 4

(Sumber: Basuki, 1986)

Karena perencanaan perkerasan merupakan suatu masalah rekayasa yang kompleks sehingga perencanaan ini melibatkan banyak pertimbangan dari banyak variabel. Parameter-parameter yang dibutuhkan untuk merencanakan perkerasan meliputi berat kotor lepas landas pesawat (MSTOW), konfigurasi dan ukuran roda pendaratan utama dan volume lalu-lintas. Kurva-kurva perencanaan terpisah disajikan untuk roda pendaratan tunggal, roda tandem, roda tandem ganda, dan pesawat berbadan lebar.

Langkah pertama prosedur adalah menentukan ramalan keberangkatan pesawat tahunan dari setiap tipe pesawat dan mengelompokkannya ke dalam pesawat menurut konfigurasi roda pendaratan. Berat landas maksimum dari setiap pesawat digunakan dan 95% dari berat pesawat ini dipikul oleh roda pendaratan utama.

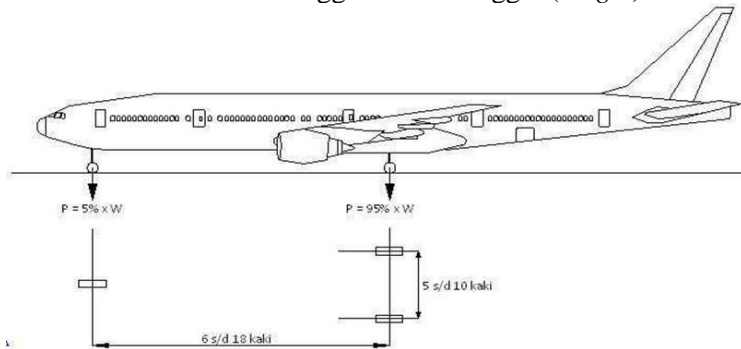
**Tabel 2.20** Faktor konversi konfigurasi roda pesawat

Konvensi dari	Ke	Faktor pengali
Single Wheel	Dual Wheel	0,8
Single Wheel	Dual Tandem	0,5
Dual Wheel	Dual Tandem	0,6
Double Dual Tandem	Dual Tandem	1,0
Dual Tandem	Single Wheel	2,0
Dual Tandem	Dual Wheel	1,7
Dual Wheel	Singe Wheel	1,3
Double Dual Tandem	Dual Wheel	1,7

(Sumber: Basuki, 1986)

### 2.3.9.2 Menentukan Tipe Roda Pendaratan Utama

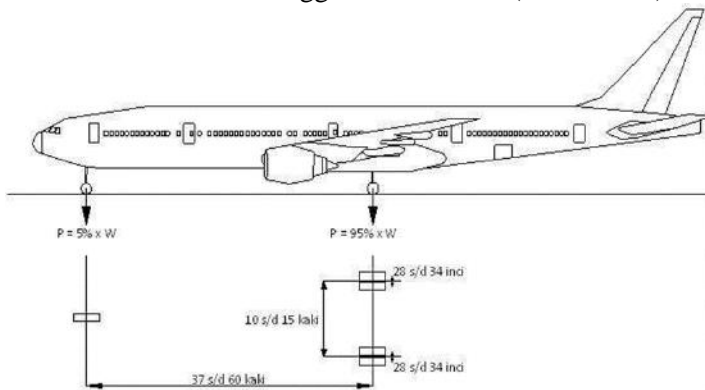
#### a. Sumbu Tunggal Roda Tunggal (*Single*)



**Gambar 2.5** Konfigurasi roda pendaratan untuk pesawat roda tunggal

Sumber: Yang, 1984

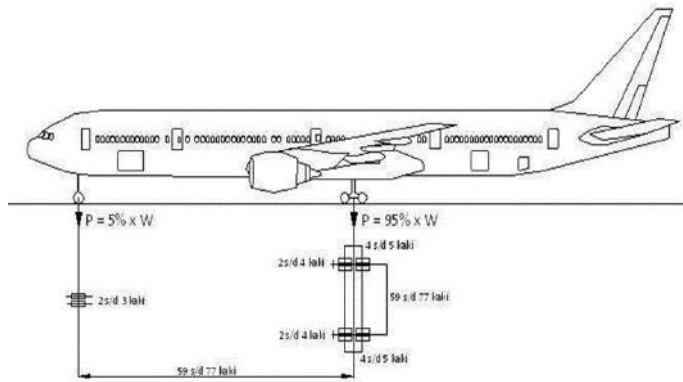
#### b. Sumbu Tunggal Roda Ganda (*Dual wheel*)



**Gambar 2.6** Konfigurasi roda pendaratan untuk pesawat roda ganda

Sumber: Yang, 1984

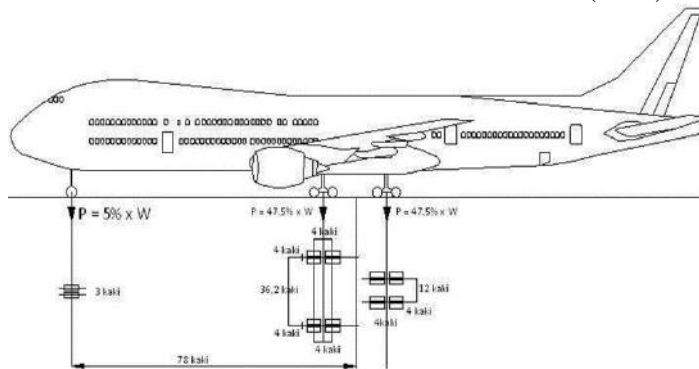
c. Sumbu Tandem Roda Ganda (*Dual Tandem*)



**Gambar 2.7** Konfigurasi roda pendaratan untuk pesawat roda tandem ganda

Sumber: Yang, 1984

d. Sumbu Tandem Roda Ganda Dobel (*DDT*)



**Gambar 2.8** Konfigurasi roda pendaratan untuk pesawat roda ganda doppel

Sumber: Yang, 1984



### 2.3.9.3 Menentukan Beban Roda Pendaratan Utama Pesawat (W2)

Untuk pesawat yang berbadan lebar yang dianggap mempunyai MTOW cukup tinggi dengan roda pendaratan utama tunggal dalam perhitungan *Equivalent Annual Departure* ( R1 ) ditentukan beban roda tiap pesawat, 95% berat total dari pesawat ditopang oleh roda pendaratan utama, dalam perhitungannya dengan menggunakan rumus :

$$W2 = P \times MSTOW \times \frac{1}{A} \times \frac{1}{B} \quad (2-10)$$

Dimana:

W2 = Beban roda pendaratan dari masing-masing jenis pesawat

MSTOW = Berat kotor pesawat saat lepas landas

A = Jumlah konfigurasi roda

B = Jumlah roda per satu konfigurasi

P = Persentasi beban yang diterima roda pendaratan utama

Tipe roda pendaratan utama sangatlah menentukan dalam perhitungan tebal perkerasan. Hal ini dikarenakan penyaluran beban pesawat melalui roda-roda ke perkerasan.

### 2.3.9.4 Menentukan Tebal Perkerasan Total

Perencanaan perkerasan yang dikembangkan oleh FAA ini adalah perencanaan untuk masa umur rencana, dimana selama masa layan tersebut harus tetap dilakukan pemeliharaan secara berkala.

Grafik-grafik pada perencanaan perkerasan FAA menunjukkan ketebalan perkerasan total yang dibutuhkan (tebal pondasi bawah + tebal pondasi atas + tebal lapisan permukaan). Nilai CBR tanah dasar digunakan bersama-sama dengan berat lepas landas kotor dan keberangkatan tahunan ekivalen dari pesawat rencana.

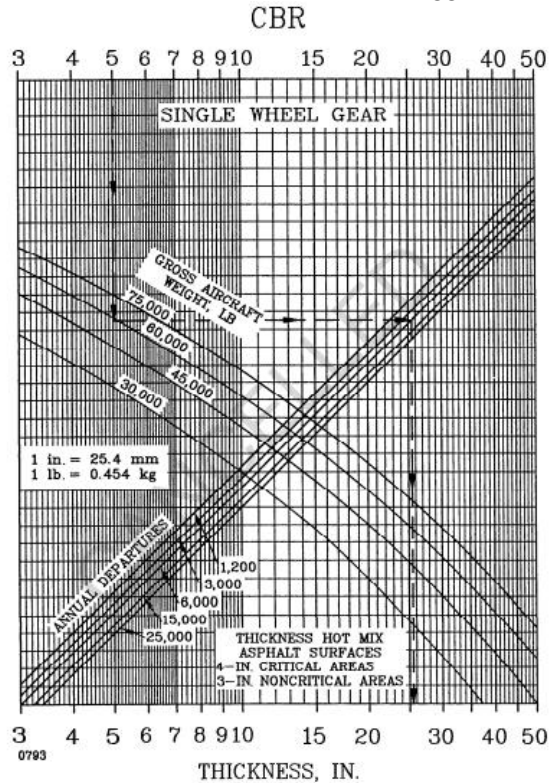
Grafik-grafik perencanaan digunakan dengan memulai menarik garis lurus dari sumbu CBR, ditentukan secara vertikal ke kurva berat lepas landas kotor (MSTOW), kemudian diteruskan ke arah horizontal ke kurva keberangkatan tahunan ekivalen dan akhirnya diteruskan vertikal ke sumbu tebal perkerasan dan tebal total perkerasan didapat.

Beban lalu-lintas pesawat pada umumnya akan disebarkan pada daerah lateral dari permukaan perkerasan selama operasional. Demikian juga, pada sebagian landasan pacu, pesawat akan meneruskan beban ke perkerasan. Oleh karena itu, FAA memperbolehkan perubahan tebal perkerasan pada permukaan yang berbeda-beda :

- Tebal penuh T pada seluruh daerah kritis, yang digunakan untuk tempat pesawat yang akan berangkat, seperti apron daerah tunggu (*Holding Apron*), bagian tengah landasan hubung dan landasan pacu (*Runway*).
- Tebal perkerasan 0.9 T diperlukan untuk jalur pesawat yang akan datang, seperti belokan landasan pacu berkecepatan tinggi.
- Tebal perkerasan 0.7 T diperlukan untuk tempat yang jarang dilalui pesawat, seperti tepi luar landasan hubung dan tepi luar landasan pacu.

### 2.3.9.5 Kurva-kuva Perencanaan Tebal Perkerasan

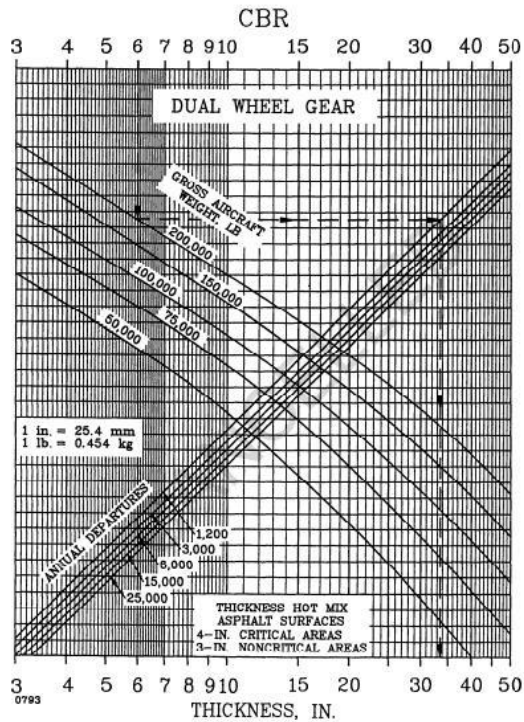
- a. Kurva Perencanaan Tebal Perkerasan Total Untuk Pesawat Rencana Beroda Tunggal



**Gambar 2.9** Kurva Perencanaan Tebal Perkerasan untuk Pesawat Roda Tunggal

Sumber: FAA, 1995

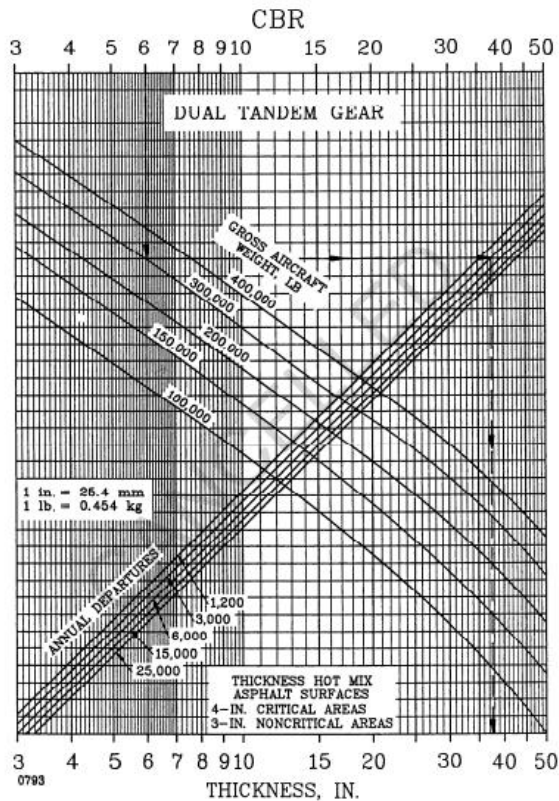
- b. Kurva Perencanaan Tebal Perkerasan Total Untuk Pesawat Rencana Beroda Ganda



**Gambar 2.10** Kurva Perencanaan Tebal Perkerasan untuk Pesawat Roda Ganda

Sumber: FAA, 1995

c. Kurva Perencanaan Tebal Perkerasan Total Untuk Pesawat Rencana Beroda Dual Tandem



**Gambar 2.11** Kurva Perencanaan Tebal Perkerasan untuk Pesawat Roda Dual Tandem

Sumber: FAA, 1995

### 2.3.9.6 Material yang Digunakan untuk Perkerasan

- Lapisan permukaan

Untuk lapisan permukaan digunakan aspal beton ( *asphaltic concrete* sebagai item P-401)

- Lapisan pondasi

Untuk lapisan pondasi, digunakan beberapa item yaitu :

- Item P-208 (*Aggregate Base Course*)
- Item P-209 (*Crushed Agregate Base Course*)
- Item P-211 (*Lime Rock Base Course*)
- Item P-304 (*Cement Treated Base Course*)
- Item P-306 (*Econocrete Subbase Course*)

- Lapisan pondasi bawah

Untuk lapisan pondasi bawah, digunakan beberapa item, yaitu:

- Item P-154 (*Subbase Course*)
- Item P-210 (*Caliche Base Course*)
- Item P-212 (*Shell Base Course*)
- Item P-213 (*Sand Clay Base Course*)
- Item P-301 (*Soil Cement Base Course*)

Untuk semua item material perkerasan diatas berdasarkan FAA,2009

**Tabel 2.21** Faktor *Equivalent* untuk Bahan yang Digunakan

Bahan	Faktor <i>Equivalent</i>
P-401, ( <i>Asphalt Concrete</i> )	1,7 – 2,3
P-201, ( <i>Bituminous Base Course</i> )	1,7 – 2,3
P-215, ( <i>Cold Laid Bituminous Base Course</i> )	1,5 – 1,7
P-216, ( <i>Mixed In-Place Base Course</i> )	1,5 – 1,7
P-304, ( <i>Cement Treated Base Course</i> )	1,6 – 2,3
P-301, ( <i>Soil Cement Base Course</i> )	1,5 – 2,0
P-209, ( <i>Crushed agregate Base Course</i> )	1,4 – 2,0
P-154, ( <i>Subbase Course</i> )	1,0

(*Sumber: Basuki,1986*)

## 2.4 *Stopway*

*Stopways/overrun*/jalur untuk berhenti, memiliki lebar sama dengan lebar *runway*. Syarat kemiringan memanjang dan melintang juga seperti *runway*, kecuali;

- a. Syarat 0,8% pada kedua ujung landasan tidak berlaku untuk *overrun/stopway*.
- b. Jari-jari peralihan *runway*, jalur untuk berhenti maksimum 0,3% per 30m (minimum radius kurva 10.000m) untuk penggolongan pesawat III, IV, V, dan VI.\

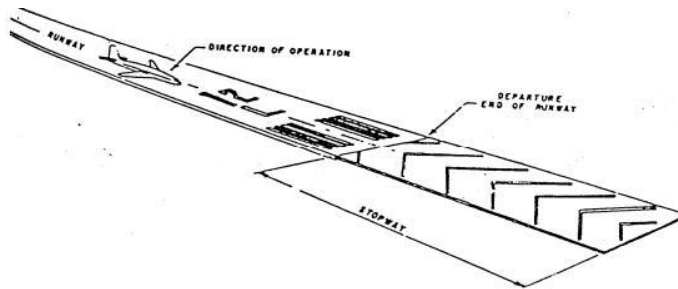
**Tabel 2.22** Dimensi *Stopway/overrun*

Code Letter	Penggolongan Pesawat	Lebar Stopways (m)	Panjang Stopway (m)	Kemiringan Stopway (%) / (m)
A	I	18	30	-
B	II	23	30	-
C	III	30	60	0,3 per 30
D	IV	30	60	0,3 per 30
E	V	45	60	0,3 per 30
F	VI	45	60	0,3 per 30

(Sumber: SKEP/77/VI/2005 Dirjen Perhubungan)

- c. Kekuatan/permukaan harus mampu memikul beban pesawat yang direncanakan dalam keadaan *Take Off* dibatalkan tanpa merusak struktur pesawat
- d. Harus mempunyai koefisien gesekan yang cukup, dalam keadaan basah. Kekasaran untuk permukaan yang tidak diperkeras sama dengan kekasaran landasannya.





**Gambar 2.12** Penampang *stopway/overrun*

Sumber: SKEP/77/VI/2005 Dirjen Perhubungan

## 2.5 *Taxiway*

*Taxiway* adalah jalan penghubung pada lapangan udara yang berfungsi sebagai penghubung antara landasan pacu dengan *apron*. Desain sisten *taxiway* ditentukan oleh volume lalu lintas udara, konfigurasi landasan pacu, dan lokasi gedung terminal dan fasilitas lainnya. Pemilihan lokasi dan geometri *taxiway* haruslah tepat. Karena dengan *taxiway* yang dapat dilalui dengan kecepatan tinggi ketika membelok, berdampak pada waktu tunda dari pesawat dari/menuju *runway*.

### 2.5.1 Dimensi *Taxiway*

Dimensi lebar yang direncanakan dalam perencanaan *taxiway* lebih kecil dari *runway*, karena dalam saat berada pada *taxiway* kecepatan pesawat lebih rendah dari *runway*.

**Tabel 2.23** Dimensi *Taxiway*

Code Letter	Penggolongan Pesawat	Lebar Taxiway (m)	Jarak bebas minimum dari sisi terluar roda utama dengan tepi raxiway (m)
A	I	7.5	1.5
B	II	10.5	2.25
C	III	15 <sup>A</sup>	3 <sup>A</sup>
		18 <sup>B</sup>	4.5 <sup>B</sup>
D	IV	18 <sup>C</sup>	4.5
		23 <sup>D</sup>	
E	V	25	4.5
F	VI	30	4.5

(Sumber: SKEP/77/VI/2005 Dirjen Perhubungan)

**Keterangan:**

- Bila *taxiway* digunakan pesawat dengan roda dasar kurang dari 18 m
- Bila *taxiway* digunakan pesawat dengan seperempat toda dasar lebih dari 18 m
- Bila *taxiway* digunakan pesawat dengan roda putaran kurang dari 9 m
- Bila *taxiway* untuk pesawat dengan seperempat roda putaran lebih dari 9m

**Tabel 2.24** *Taxiway and Taxilane Separation Standards Minimum*

Uraian	Penggolongan Pesawat					
	I	II	III	IV	V	VI
Garis tengah taxiway (m)						
2.6 Taxiway paralel/garis tengah taxilane	21	32	46,5	65,5	81	99
2.7 Fixed or moveable object <u>1 dan 2/</u>	13,5	20	28,5	39,5	48,5	59
Garis tengah taxilane						
a. Garis tengah paralel taxilane (m)	19,5	29,5	42,5	60	74,5	91
b. Fixed or moveable object <u>1 dan 2/</u>	12	17,5	24,5	34	42	51

1/ Nilai ini berlaku juga bagi tepi jalan pemeliharaan dan layanan

2/ Pertimbangan yang menyangkut mesin dari putaran pesawat harus diberikan pada objek terdekat persimpangan dari *runway/taxiway/taxilane*

(Sumber: SKEP/77/VI/2005 Dirjen Perhubungan)

### 2.5.2 Taxiway Shoulder

Bagian yang lurus dari *taxiway* harus dilengkapi dengan bagu dengan luasan simetris pada setiap sisi dari *taxiway* jadi lebar dari keseluruhan *taxiway* dan bahu pada baguan lurus minimum seperti dalam tabel berikut,

Apabila pada *taxiway* dengan penggolongan pesawat III, IV, V dan VI untuk jenis pesawat *jet propelled*, harus menggunakan lebar bahu. Lebar bahu *taxiway* pada masing-masing ukuran minimum.

**Tabel 2.25** *Taxiway Shoulder* Minimum

Code Letter	Penggolongan Pesawat	Lebar Minimum Bahu Taxiway pada Bagian Lurus (m)
A	I	25
B	II	25
C	III	25
D	IV	38
E	V	44
F	VI	60

(Sumber: SKEP/77/VI/2005 Dirjen Perhubungan)

### 2.5.3 Taxiway Slope

*Taxiway Slope*/Kemiringan runway sangat berperan penting dalam perencanaan sebuah fasilitas landasan pacu, salah satunya terkait dengan mencegah penambahan air/genangan air pada landasan pacu yang akan membahayakan untuk aktifitas penerbangan yang berlangsung dan juga landasan menjadi mudah

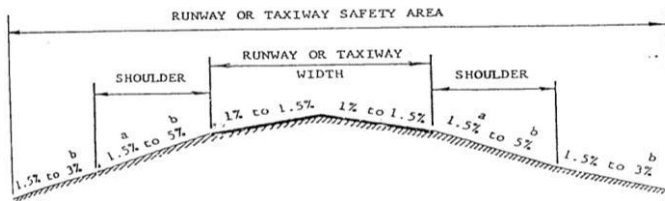
rusak ketika kemiringan yang tidak direncanakan dengan baik dan menyebabkan genangan pada landasan pacu.

### 2.5.3.1 Kemiringan Memanjang *Taxiway*

**Tabel 2.26** Kemiringan Memanjang Maksimum *Taxiway*

Code Letter	Penggolongan Pesawat	Kemiringan Memanjang (%)	Perubahan Maksimum Kemiringan (%) / (m)	Jari-Jari Peralihan Minimum (M)
A	I	3	1 per 25	2500
B	II	3	1 per 25	2500
C	III	1,5	1 per 30	3000
D	IV	1,5	1 per 30	3000
E	V	1,5	1 per 30	3000
F	VI	1,5	1 per 30	3000

(Sumber: SKEP/77/VI/2005 Dirjen Perhubungan)



**Gambar 2.13** Kemiringan Memanjang *Taxiway*

Sumber: SKEP/77/VI/2005, Dirjen Perhubungan

### 2.5.3.2 Kemiringan Melintang *Taxiway*

Kemiringan melintang *taxiway* harus cukup memadai untuk mencegah penambahan air dan tidak kurang dari 1%, nilai maksimumnya adalah:

**Tabel 2.27** Kemiringan Melintang Maksimum *Taxiway*

Code Letter	Penggolongan Pesawat	Kemiringan Melintang (%)
A	I	2
B	II	2
C	III	1,5
D	IV	1,5
E	V	1,5
F	VI	1,5

(Sumber: SKEP/77/VI/2005 Dirjen Perhubungan)

### 2.5.4 *Taxiway Sight Distance*

Jarak pandang dari titik dengan ketinggian (h) 1,5m sampai 2m diatas *taxiway* harus dapat melihat permukaan pesawat sampai jarak (d) minimum dari titik tersebut;

**Tabel 2.28** Jarak Pandang *Taxiway*

Code Letter	Penggolongan Pesawat	Jarak pandang dari titik tengah (m)
A	I	1,5
B	II	2
C	III	3
D	IV	3
E	V	3
F	VI	3

(Sumber: SKEP/77/VI/2005 Dirjen Perhubungan)

### **2.5.5 Taxiway Curve**

Ketika pesawat berada dalam *taxiway*, perubahan arah dalam *taxiway* harus memenuhi radius minimum, penetapan rencana kecepatan minimum terdapat dalam tabel berikut:

**Tabel 2.29** Kurva *Taxiway*

Taxiway Design Speed (km/h)	Radius of Curve (m)
20	24
30	54
40	96
50	150
60	216
70	294
80	384
90	486
100	600

(Sumber: SKEP/77/VI/2005 Dirjen Perhubungan)



### 2.5.6 Taxiway Strip

Jarak minimum bagian tengah dari garis tengah *taxiway* seperti dalam tabel berikut,

**Tabel 2.30** *Taxiway Strip*

Code Letter/ Penggolongan Pesawat	Jarak Minimum Bagian Tengah Strip Garis Tengah Taxiway (Harus Graded Area) (m)	Maksimum Kemiringan Keatas Yang Diratakan (%)	Maksimum Kemiringan Kebawah Yang Diratakan (%)
A / I	11	3	5
B / II	12,5	3	5
C / III	12,5	2,5	5
D / IV	19	2,5	5
E / V	22	2,5	5
F / VI	30	2,5	5

(Sumber: SKEP/77/VI/2005 Dirjen Perhubungan)

- a. Kemiringan jarak taxiway harus dibuat sedemikian agar air dapat mengalir lancar pada tepi landas pacu, dan area yang diratakan harus mempunyai kemiringan melintang maksimum:
- b. Kemiringan keatas memberikan aturan kemiringan melintang berbatasan dari permukaan *taxiway* yang tidak horizontal. Kemiringan kebawah tidak mencapai 5% dari ukuran horizontal.
- c. Jarak lurus minimum setelah belokan sehingga pesawat dapat berhenti penuh sebelum melalui persimpangan dengan pesawat lain adalah:

**Tabel 2.31** Jarak Lurus Minimum Setelah Belokan *Taxiway*

Code Letter	Penggolongan Pesawat	Jarak Lurus Setelah Belokkan (m)
A	I	35
B	II	35
C	III	75
D	IV	75
E	V	75
F	VI	75

(Sumber: SKEP/77/VI/2005 Dirjen Perhubungan)

### 2.5.7 Letak *Exit Taxiway*

Fungsi dari *exit taxiway* (*Turn Off*), adalah untuk menekan sekecil mungkin waktu penggunaan landasan oleh pesawat yang mendarat. *Exit taxiway* dapat ditempatkan dengan menyudut siku-siku terhadap landasan atau kalau terpaksa menyudut yang lain juga bisa. *Exit taxiway* yang mempunyai sudut  $30^{\circ}$  disebut Kecepatan tinggi atau Cepat keluar sebagai tanda bahwa *taxiway* itu direncanakan penggunaannya bagi pesawat yang harus cepat keluar. Untuk menentukan jarak lokasi *exit taxiway* dari *threshold* (ujung *runway*) dapat dihitung dengan persamaan:

$$\begin{aligned} \text{Jarak dari lokasi threshold ke exit taxiway} \\ = \text{Jarak touchdown} + \text{Landing Distance} \quad (2-11) \end{aligned}$$

Dimana; Jarak *touchdown* = Jarak titik sentuh pesawat waktu mendarat, *Landing Distance* = Jarak yang dibutuhkan pesawat untuk mendarat

### 2.5.8 Taxiway Marking

Disesuaikan dengan Peraturan Menteri Perhubungan No. KM 21 Tahun 2005 tentang pemberlakuan standar nasional Indonesia (SNI) 03-7095-2005 mengenai marka dan rambu pada daerah pergerakan pesawat udara di bandar udara, meliputi;

- a. *Taxiway centre line marking*
- b. *Runway holding position marking*
- c. *Taxiway edge marking*
- d. *Taxiway shoulder marking*
- e. *Intermediate holding position marking*
- f. *Exit guide line marking*
- g. *Road holding position marking*

### 2.6 Runway End Safety Area (RESA)

Untuk bandar udara *code number* 3 dan 4 panjang minimum RESA 90m, sedang untuk kondisi tertentu (lainnya) panjang minimum 60m.

**Tabel 2.32** Dimensi RESA

Uraian	Code letter/Penggolongan pesawat					
	A/I	B/II	C/III	D/IV	E/V	F/VI
Jarak minimum antara holding bay dengan garis tengah landasan						
a. Landasan instrument (m)	90	90	90	90	90	90
b. Landasan non-	60	60	90	90	90	90

instrument (m)						
Lebar minimum (m) atau (2 kali lebar <i>runway</i> )	18	23	30	45	45	60
Kemiringan memanjang maksimum (%)	5	5	5	5	5	5
Kemiringan melintang maksimum (%)	5	5	5	5	5	5

(Sumber: SKEP/77/VI/2005 Dirjen Perhubungan)

Catatan :

- a. Untuk Internasional Aerodrome sesuai dengan rekomendasi ICAO panjang RESA 240, *code number* 3 dan 4
- b. Untuk Internasional Aerodrome sesuai dengan rekomendasi ICAO panjang RESA 120, *code number* 1 dan 2

## 2.7 *Apron*

Tempat pelataran parkir pesawat harus tidak melanggar pembatas rintangan yang berada dipermukaan dan terutama didalam. Ukuran peralatan parkir pesawat harus cukup untuk dapat melayani arus lalu lintas maksimum yang diperlukan.

### 2.7.1 *Jumlah aircraft gate*

Dalam perencanaan jumlah *gate* ditentukan berdasarkan perkiraan arus kedatangan atau pun keberangkatan pesawat setiap jam dalam perencanaan awal. Hal ini berarti jumlah *gate*

tergantung dari jumlah pesawat yang harus dilayani selama jam pelayanan tiap hari dan total waktu yang diperlukan tiap pesawat selama berada di *gate*. Pada umumnya faktor pemakaian *gate* rata-rata di suatu bandar udara bervariasi antara 0,5-0,8 karena tidak mungkin suatu *gate* digunakan selama 100% waktu karena gerak manuver pesawat masuk/keluar *gate* akan menghalangi pesawat lainnya untuk masuk/keluar *apron gate* di sekitarnya.

Jumlah pesawat dalam *apron* dapat dihitung dengan perumusan sebagai berikut:

$$N = \frac{C \times T}{60} + A \quad (2-12)$$

Jumlah *gate position* dapat dihitung dengan perumusan sebagai berikut:

$$G = \frac{V \times T}{U} \quad (2-13)$$

Dimana:

N = Jumlah pesawat yang akan parkir di *apron*

T = Waktu pemakaian *gate*

C = Pergerakan pesawat pada jam sibuk  
(gerakan/jam)

G = Jumlah *gate*

A = Cadangan pesawat

V = Volume rencana untuk kedatangan atau keberangkatan (gerakan/jam)

U = Faktor Utilitas 0,5 – 0,8

Kelas A = 60 menit, Kelas B = 40 menit, Kelas C = 30 menit

### **2.7.2 Dimensi Apron**

Dimensi apron terdiri dari panjang, lebar, dan kemiringan dari apron. Dimana untuk menentukannya sudah diatur dalam Peraturan Dirjen Perhubungan Udara SKEP/77/VI/2005 sebagai berikut:

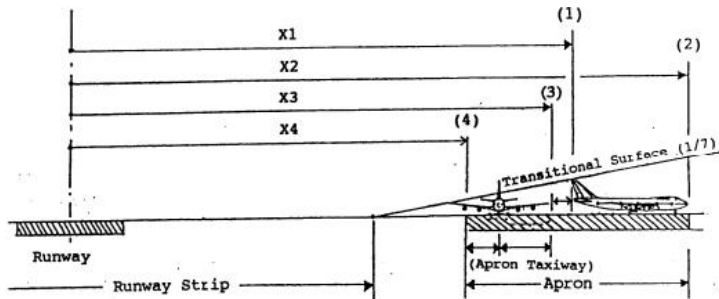
**Tabel 2.33** Dimensi Apron

Uraian	Penggolongan pesawat					
	I	II	III	IV	V	VI
1. Dimensi untuk satu pesawat						
2.8 Slef taxing (45° taxiing)						
○ Panjang (m)	40	40	70	70-85	70-85	70-85
○ Lebar (m)	25	25	55	55-80	55-80	55-80
2.9 Nose in						
○ Panjang (m)	-	-	95	190	190	190
○ Lebar (m)	-	-	45	70	70	70
2.10 Clearance antar pesawat dengan pesawat di Apron (m)	3	3	4,5	4,5	4,5	4,5
2. Slope/Kemiringan						
a. Ditempat Pesawat Parkir, Maksimum	$1 \leq$	$1 \leq$	$1 \leq$	$1 \leq$	$1 \leq$	$1 \leq$
b. Didaerah Pemuatan Bahan Bakar Pesawat	$+\frac{1}{2}$	$+\frac{1}{2}$	$+\frac{1}{2}$	$+\frac{1}{2}$	$+\frac{1}{2}$	$+\frac{1}{2}$

(Sumber: SKEP/77/VI/2005 Dirjen Perhubungan)

### 2.7.3 Jarak Minimal Apron dari Runway

Jarak apron minimal terhadap garis tengah *runway* harus diperhatikan agar *taxiing* pesawat dari *runway* ke *taxiway* menuju apron bisa berjalan lancar.



**Gambar 2.14** Posisi Apron dari Taxiway

Sumber: SKEP/77/VI/2005, Dirjen Perhubungan

Posisi masing-masing di parkir pesawat dari garis tengah *runway* diatur sebagai berikut;

$X_1$  = Posisi maksimum dari ekor pesawat sampai garis tengah *runway*

$X_2$  = Posisi dari garis tengah *runway* sampai bangunan *runway* ( $X_2 = X_1 +$  panjang maksimum pesawat)

$X_3$  = Posisi ujung sayap pesawat yang berada di sisi bangunan terminal sampai garis tengah *runway* ( $X_3 = X_1 -$  jarak antar dua pesawat)

$X_4$  = Posisi ujung dari parkir pesawat sampai dengan garis tengah *runway* ( $X_4 = X_3 -$  Lebar maksimum pesawat/2)



#### **2.7.4 Ground Support Equipment**

Jarak bebas antara tepi apron dengan bangunan terminal :

Untuk pesawat udara Jet lebar minimum 25m (GSE lane 20m + *embedded piping zone* 5m)

Untuk pesawat udara propeller lebar minimum 20m (GSE lane 15m + *embedded piping zone* 5m)

#### **2.7.5 Apron Marking**

Disesuaikan dengan Peraturan Menteri Perhubungan No. KM 21 Tahun 2005 tentang Pemberlakuan Standar Nasional Indonesia (SNI) 03-7095-2005 Mengenai Marka dan Rambu pada Daerah Pergerakan Pesawat Udara di Bandar Udara sebagai Standar Wajib, meliputi:

1. Apron *safety line marking*
2. Apron *lead-in* dan *lead-out line marking*
3. *Aircraft stop line marking*
4. Apron *edge line marking*
5. *Parking stand number marking*
6. *Aerobridge safety marking*
7. *Equipment parking area marking*
8. *No parking area marking*
9. *Service road marking*

#### **2.8 Perencanaan Drainase Sisi Udara**

Dalam perencanaan sebuah bandar udara, sangatlah penting direncanakan juga drainase sisi udara. Jika perencanaan kemiringan sisi udara sudah benar namun drainase bandara tidak direncanakan dengan baik, maka alur air limpasan dari hujan tidak mengalir dengan baik, yang nantinya mengarah terhadap genangan pada sisi udara yang akan membahayakan keselamatan dari penerbangan tersebut. Perencanaan drainase di kawasan bandar udara dilakukan mengacu pada standar FAA Airport Drainage Advisory Circular AC No. 150/5320-5B

Robert Horonjeff, 1975 “*Planning & Design of Airport*” suatu sistem drainase yang memadai untuk pembuangan air pada permukaan dan di bawah permukaan adalah penting bagi keselamatan pesawat dan umur perkerasan. Drainase yang kurang memadai akan menimbulkan gendangan air pada permukaan perkerasan, yang dapat membahayakan pesawat yang mendarat dan lepas landar. Drainase yang buruk juga dapat mengakibatkan kerusakan pada perkerasan. Tujuan sistem drainase bandar udara adalah sebagai berikut:

- a) Mengalirkan dan membuang air permukaan dan bawah tanah yang berasal dari tanah di sekitar bandar udara
- b) Membuang air permukaan yang berasal dari bandar udara
- c) Membuang air bawah tanah yang berasal dari bandar udara.

Dalam merencanakan sebuah sistem drainase pada sisi udara bandar udara dibutuhkan rumus rumus statistika, hidrologi, dan hidrolika. Rumus statistika disini digunakan untuk mencari rata-rata dan juga standar deviasi dari data hujan yang ada

$$S. dev = \sqrt{\frac{\sum (Xi + X)^2}{n - 1}} \quad (2-14)$$

Dimana

- S = Standar Deviasi  
 Xi = Curah hujan harian rata-rata  
 X = Curah hujan harian maximal  
 N = Jumlah data hujan

Dengan menggunakan rumus statistika, analisis selanjutnya menggunakan rumus rumus hidrologi dan hidrolika sebagai berikut;

$$Q_{\text{hidrologi}} = 0,278 \times C_s \times I \times A \quad (2-15)$$

Dimana

$Q_{\text{hidrologi}}$  = Debit puncak ( $\text{m}^3/\text{dt}$ )

$A$  = luas daerah tangkapan hujan ( $\text{km}$ )

$C_s$  = Koefisien tampungan

$I$  = Intensitas hujan rencana ( $\text{mm}/\text{jam}$ )

$C$  = Koefisien pengaliran (dipakai 0,45)

Untuk mencari nilai  $C_s$  dengan rumus:

$$S = \frac{\Delta h}{D} \quad (2-16)$$

$$t_0 = \left[ \frac{2,187 \times \Delta h \times C^{0,167}}{S} \right] \quad (2-17)$$

$$t_c = t_0 + t_d \quad (2-18)$$

$$C_s = \left[ \frac{2t_c}{2t_c + t_d} \right] \quad (2-19)$$

Dimana

$S$  = Kemiringan lahan/saluran

$\Delta h$  = Selisih ketinggian kontur ( $\text{m}$ )

$D$  = Jarak antara elevasi tertinggi dan terendah ( $\text{m}$ )

$C$  = Koefisien limpasan

- L = Panjang saluran yang ditinjau  
V = Kecepatan rata-rata  
 $t_d$  = waktu pengaliran di permukaan (menit)  
 $t_o$  = waktu dalam saluran ke tujuan (menit)  
 $t_c$  = waktu konsentrasi (menit)

Untuk menghitung dimensi saluran rencana yang akan dipakai digunakan rumus hidrolika, dalam kasus ini digunakan rumus manning.

$$Q_{\text{hidrolika}} = V \times A \quad (2-20)$$

$$v_{sal} = 1,5 \text{ m/s} \quad (2-21)$$

**Tabel 2.34** Kecepatan aliran air pada saluran yang diizinkan berdasarkan jenis material

<b>Jenis Bahan</b>	<b>Kecepatan aliran air yang diizinkan (m/detik)</b>
Pasir Halus	0,45
Lempung Kepasiran	0,50
Lanau Aluvial	0,60
Kerikil Halus	0,75
Lempung kokoh	0,75
Lempung padat	1,10
Kerikil kasar	1,20
Batu-batu besar	1,50
Pasangan batu	1,50
Beton	1,50
Beton bertulang	1,50

(Sumber: Petunjuk desain drainase permukaan jalan No.008/T/BNKT/1990, Bina Marga)

***“Halaman ini sengaja dikosongkan.....”***

## **BAB III**

### **METODOLOGI**

#### **3.1 Umum**

Dalam bab ini akan dijelaskan langkah-langkah yang akan dilakukan selama penulisan tugas akhir ini. Akan dibahas mulai dari uraian kegiatan yang dilakukan dalam penulisan tugas akhir ini, dan ada diagram alir dengan tujuan untuk mempermudah alir kerja dari penulisan tugas akhir ini agar pekerjaan yang dilakukan telah sesuai dengan yang direncanakan.

#### **3.2 Uraian Kegiatan**

Uraian kegiatan pada tugas akhir ini terdiri dari tahap tahapan, antara lain adalah:

- **Identifikasi Masalah**

Pada tahap identifikasi masalah ini penulis mengamati permasalahan yang terjadi saat ini, dan penulis mengangkat topik untuk tugas akhir ini tentang perencanaan fasilitas sisi udara Bandara Jenderal Besar Soedirman, sehingga perlu dilakukan identifikasi lokasi pembangunan dari bandara tersebut, dan adapun faktor yang dipertimbangan dalam studi perencanaan *runway*, *taxiway*, *stopway*, *apron*, dan *RESA*.

- **Studi Literatur**

Pada tahap ini penulis mengumpulkan dan mencari referensi untuk menunjang penulisan tugas akhir tentang Perencanaan Fasilitas Sisi Udara Bandar Udara Jenderal Besar Soedirman, yang terdiri dari teks *book*, jurnal, informasi dari internet, tugas akhir/thesis terdahulu, dan sebagainya.

- **Pengumpulan Data**

Data yang dibutuhkan dalam penulisan tugas akhir ini terdiri dari data sekunder. Data sekunder adalah data yang

didapatkan dari hasil studi-studi yang sudah ada. Berikut ini adalah penjelasan mengenai data-data yang dikumpulkan:

- a Data Survey Permintaan Angkutan Udara BAPPEDA Kab. Purbalingga
- b Peta Topografi Bandara.
- c Spesifikasi Pesawat yang Akan Digunakan
- d Data Angin Lanud Wirasaba

a. Analisis Data

Pada tahap ini penulis mengolah data dari data yang sudah dikumpulkan. Beberapa tahapannya adalah:

1. Prediksi Permintaan Angkutan Udara  
Prediksi permintaan angkutan udara pada bandara jenderal besar soedirman ini menggunakan metode proyeksi penumpang KA Eksekutif dari Stasiun Purwokerto yang sudah dilakukan survey oleh BAPPEDA Kabupten Purbalinga.
2. Penentuan Jenis Pesawat  
Penentuan jenis pesawat ini didapatkan dari prediksi permintaan angkutan udara yang nantinya mendapatkan prediksi jumlah penumpang per-harinya. Yang nantinya dipilih pesawat yang sesuai dengan kebutuhan dari hasil analisis prediksi permintaan angkutan udara
3. Perencanaan *Runway*  
Dari penentuan jenis pesawat serta kondisi lingkungan dari proyek Bandara Jenderal Besar Soedirman akan digunakan untuk perhitungan perencanaan *runway* menggunakan acuan FAA dan ICAO yang meliputi perencanaan:
  - a. Dimensi Landasan Pacu
  - b. Kemiringan Longitudinal Landasan Pacu
  - c. Kemiringan Transversal Landasan Pacu
  - d. Jarak Pandang pada Landasan



- e. Strip Landasan
- f. Marka Landasan Pacu
- 4. Perencanaan *Stopway*
- 5. Perencanaan *Taxiway*
  - a. Tipe *Taxiway*
  - b. Dimensi *Taxiway*
  - c. *Taxiway shoulder*
  - d. *Taxiway slope*
  - e. *Taxiway Sigh Distance*
  - f. *Taxiway Curves*
  - g. *Taxiway Strips*
  - h. Marka *Taxiway*
- 6. Perencanaan RESA
- 7. Perencanaan Apron
  - a. Jumlah *aircraft gate*
  - b. Jumlah *apron gate*
  - c. Dimensi *apron*
  - d. Jarak minimal *apron* dari *runway*
  - e. Marking
- 8. Perencanaan Drainase Sisi Udara
- 9. Menetapkan KKOP
 

Dalam menetapkan KKOP ini, dipertimbangkan juga pengembangan bandara apabila tata guna lahan diperhatikan, untung mengetahui kemungkinan pengembangan bandara yang mungkin bisa terlaksana kedepannya nanti.
- 10. Penentuan Rute yang Mungkin Dilayani
 

Penentuan Rute ini ditentukan melalui kemampuan jarak terbang pesawat yang akan dipakai, yang kemudian akan dibandingkan dengan moda eksisting (kereta/mobil) dari perbandingan itu nantinya menentukan apakah memungkinkan untuk melayani rute yang dituju.
- 11. Menentukan Tebal Perkerasan Fasilitas Sisi Udara

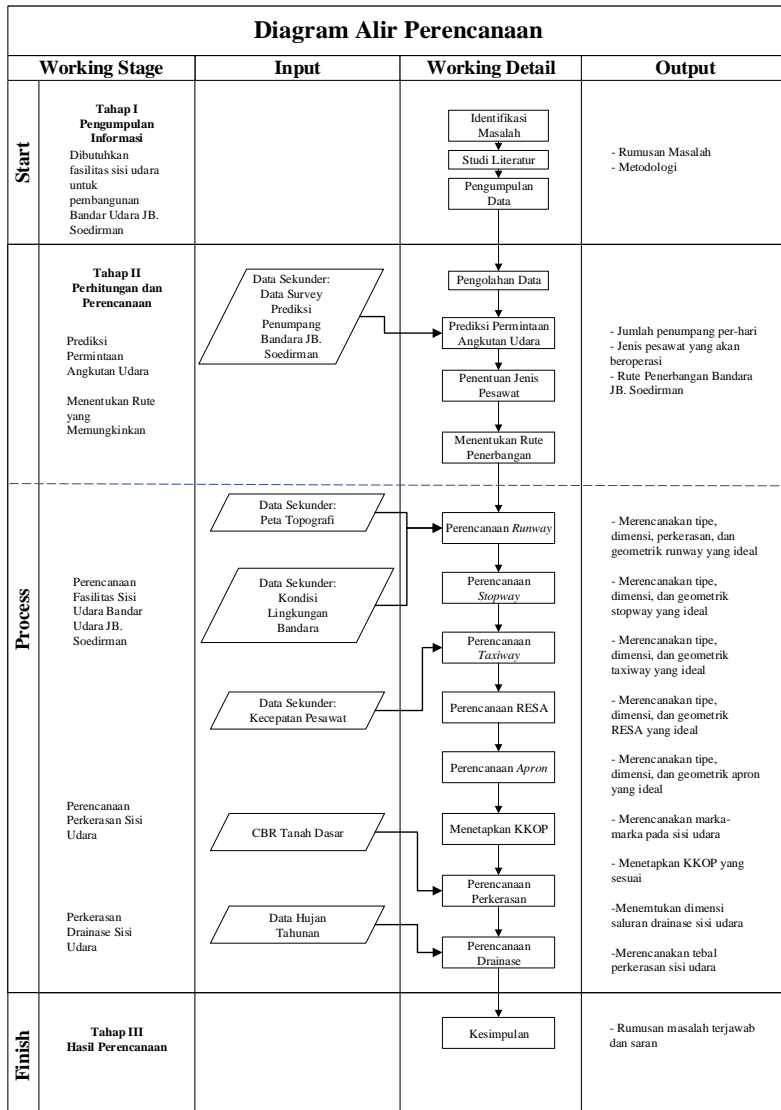
b. Hasil Analisis

Setelah melakukan mengolah data-data yang ada, maka akan didapatkan hasil dari perencanaan yang terdiri dari:

1. Jumlah penumpang per-hari
2. Jenis pesawat yang akan beroperasi
3. Tipe, dimensi, dan geometrik *runway*, *stopway*, *taxiway*, *apron*, dan *RESA* yang sesuai untuk Bandara Jenderal Besar Soedirman
4. Marka-marka pada sisi udara
5. KKOP Bandara JB. Soedirman
6. Rute penerbangan bandara JB. Soedirman
7. Tebal perkerasan fasilitas sisi udara

### 3.3 Bagan Alir (*Flowchart*)

Untuk urutan kerja dalam tugas akhir ini dapat dilihat pada Gambar 3.1 Diagram Alir Perencanaan berikut ini:



**Gambar 3.1** Diagram Alir Perencanaan

*“Halaman ini sengaja dikosongkan.....”*

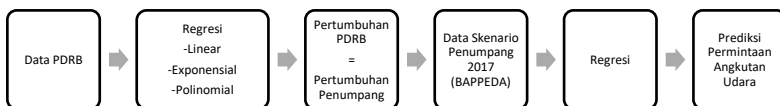
## BAB IV

### PEMBAHASAN

#### 4.1 Prediksi Permintaan Angkutan Udara

Dalam memprediksi permintaan angkutan udara ini menggunakan persamaan ekonometrik yang didapatkan dari parameter jumlah penduduk dan PDRB. Dengan metode ini prakiraan angkutan udara dilakukan dengan mempertimbangkan faktor faktor yang mempengaruhinya. Faktor-faktor ini umumnya faktor pasar atau ekonomi, sehingga sering disebut juga teknik ekonometri. Terdapat teknik-teknik yang sangat bervariasi yang digunakan dalam model ekonometrik untuk perencanaan bandar udara. Teknik-teknik analisa regresi berganda dan sederhana sering digunakan pada variasi peramalan untuk memastikan hubungan di antara peubah terikat dan peubah bebas seperti pertumbuhan ekonomi dan jumlah penduduk, faktor-faktor pasar, dan persaingan antara moda transportasi yang berbeda.

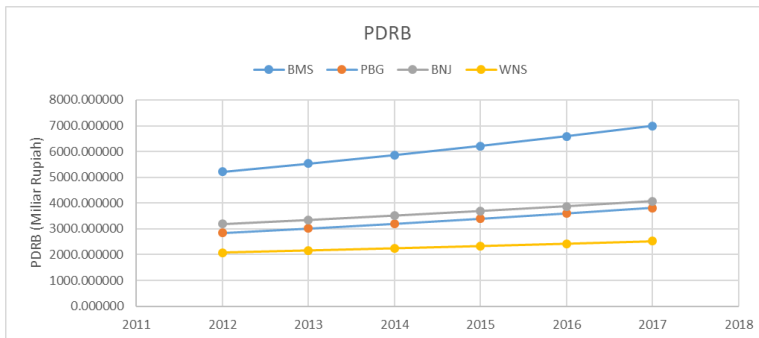
Dalam prediksi potensi penumpang Bandara JB. Soedirman dilakukan melalui pendekatan pertumbuhan ekonomi yang diwakili oleh data PDRB. Pertumbuhan penumpang diramalkan mempunyai pertumbuhan yang sama dengan pertumbuhan nilai PDRB. Perkiraan penumpang awal sudah dilakukan oleh BAPPEDA pada tahun 2017 dengan jumlah penumpang 27.554 penumpang per-tahun. Secara garis besar perkiraan potensi penumpang adalah digambarkan dalam bagan alir sebagai berikut:



**Gambar 4.1** Bagan Alir Perkiraan Potensi Penumpang Bandara JB. Soedirman

Variabel yang digunakan pada penelitian ini adalah PDRB dari 4 kabupaten, dikarenakan 4 kabupaten tersebut memiliki potensi yang besar dan lokasi terdekat sebagai pengguna dari Bandara JB. Soedirman, yaitu Kabupaten Banyumas, Purbalingga, Banjarnegara dan Wonosobo sebagai berikut :

**Tabel 4.1** Produk Domestik Regional Bruto 4 Kabupaten



Keterangan : BMS=Banyumas, PBG=Purbalingga, BNJ=Banjarnegara, WNS=Wonosobo

(Sumber: BAPPEDA Kab.Purbalingga, 2014)

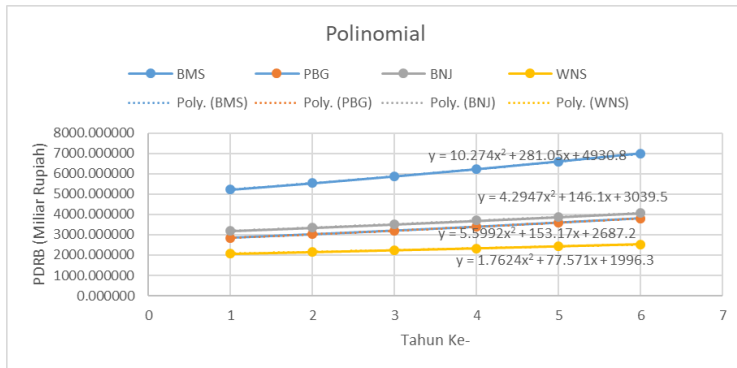
Pada tabel 4.1 menunjukkan pola pertumbuhan PDRB pada keempat kabupaten cenderung sama, namun pada kabupaten Banyumas memiliki PDRB lebih tinggi daripada kabupaten lainnya.

Untuk peramalan PDRB 4 Kabupaten tersebut menggunakan regresi linear, polinomial dan eksponensial. Dari ketiga teknik peramalan dipilih yang mempunyai *forecast error* terkecil. Adapun teknik peramalan untuk pertumbuhan PDRB sebagai berikut :

#### a. Polinomial

Untuk menentukan persamaan regresi polinomial dalam penelitian ini menggunakan program bantu yaitu Microsoft Excel.

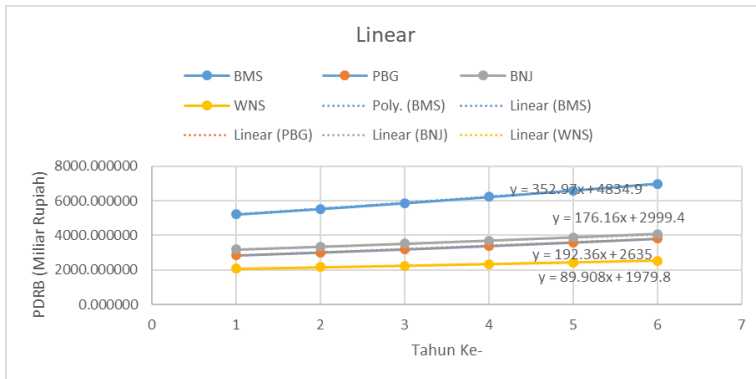
Data trend line PDRB 4 kabupaten dan persamaan regresi berganda dapat dilihat pada gambar 4.2, diberikan trend peramalan PDRB terhitung mulai tahun 2012 (tahun ke-1) sampai tahun 2017 (tahun ke-7).



**Gambar 4.2** Trendline PDRB Polinomial  
(Sumber: BAPPEDA Kab.Purbalingga, 2014)

*b. Linear*

Untuk menentukan persamaan regresi linear dalam penelitian ini menggunakan program bantu Microsoft Excel. Data *trendline* PDRB 4 kabupaten dan persamaan regresi linear dapat dilihat pada gambar 4.3, diberikan trend peramalan PDRB terhitung mulai tahun 2012 (tahun ke-1) sampai tahun 2017 (tahun ke-7).

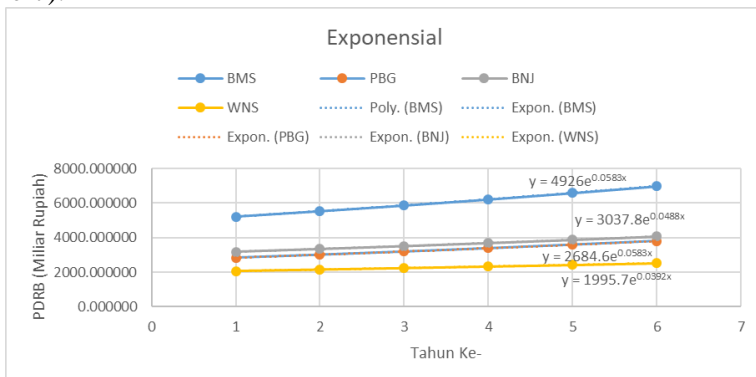


**Gambar 4.3** Trendline PDRB Linear

(Sumber: BAPPEDA Kab.Purbalingga, 2014)

*c. Exponensial*

Untuk menentukan persamaan regresi exponensial dalam penelitian ini menggunakan program bantu Microsoft Excel. Data *trendline* PDRB 4 kabupaten dan persamaan regresi exponensial dapat dilihat pada gambar 4.4, diberikan trend peramalan PDRB terhitung mulai tahun 2012 (tahun ke-1) sampai tahun 2017 (tahun ke-7).



**Gambar 4.4** Trendline PDRB Exponensial

(Sumber: BAPPEDA Kab.Purbalingga, 2014)



Pada skenario tahapan perencanaan disini direncanakan untuk pengambilan data *demand* pada tahun 2017 oleh BAPPEDA Kabupaten Purbalingga, yang selanjutnya direncanakan untuk tahap pembangunannya pada tahun 2018-2020, dan pada tahun 2020 bandara sudah dapat beroperasi untuk melayani penerbangan sipil.

- Pengambilan Data : 2017
- Pembangunan : 2018-2020
- Tahun Beroperasi : 2020
- Peramalan 5 Tahun : 2025

Dengan skenario tersebut, maka dilakukan forecasting penumpang 5 tahun dari tahun beroperasi, didapatkan rumus persamaan dari masing masing *trendline* yang kemudian dilakukan *forecasting* sampai 2025 sesuai dengan persamaannya masing-masing sebagai berikut;

**Tabel 4.2** Tabel *Forecasting* PDRB Polinomial

Tahun ke-	Tahun	POLINOMIAL (Miliar Rupiah)			
		BMS	PBG	BNJ	WNS
1	2012	5221.519493	2845.663330	3189.651650	2075.562040
2	2013	5533.996000	3015.936800	3348.878800	2158.491600
3	2014	5866.416000	3197.102800	3516.452300	2244.874600
4	2015	6219.384000	3389.467200	3692.615200	2334.782400
5	2016	6592.900000	3593.030000	3877.367500	2428.215000
6	2017	6986.964000	3807.791200	4070.709200	2525.172400
7	2018	7401.576000	4033.750800	4272.640300	2625.654600
8	2019	7836.736000	4270.908800	4483.160800	2729.661600
9	2020	8292.444000	4519.265200	4702.270700	2837.193400
10	2021	8768.700000	4778.820000	4929.970000	2948.250000
11	2022	9265.504000	5049.573200	5166.258700	3062.831400
12	2023	9782.856000	5331.524800	5411.136800	3180.937600
13	2024	10320.756000	5624.674800	5664.604300	3302.568600
14	2025	10879.204000	5929.023200	5926.661200	3427.724400

**Tabel 4.3** Tabel *Forecasting* PDRB Linear

Tahun ke-	Tahun	LINEAR (Miliar Rupiah)			
		BMS	PBG	BNJ	WNS
1	2012	5221.519493	2845.663330	3189.651650	2075.562040
2	2013	5540.840000	3019.720000	3351.720000	2159.616000
3	2014	5893.810000	3212.080000	3527.880000	2249.524000
4	2015	6246.780000	3404.440000	3704.040000	2339.432000
5	2016	6599.750000	3596.800000	3880.200000	2429.340000
6	2017	6952.720000	3789.160000	4056.360000	2519.248000
7	2018	7305.690000	3981.520000	4232.520000	2609.156000
8	2019	7658.660000	4173.880000	4408.680000	2699.064000
9	2020	8011.630000	4366.240000	4584.840000	2788.972000
10	2021	8364.600000	4558.600000	4761.000000	2878.880000
11	2022	8717.570000	4750.960000	4937.160000	2968.788000
12	2023	9070.540000	4943.320000	5113.320000	3058.696000
13	2024	9423.510000	5135.680000	5289.480000	3148.604000
14	2025	9776.480000	5328.040000	5465.640000	3238.512000

**Tabel 4.4** Tabel *Forecasting* PDRB Exponensial

Tahun ke-	Tahun	EXPONENSIAL (Miliar Rupiah)			
		BMS	PBG	BNJ	WNS
1	2012	5221.519493	2845.663330	3189.651650	2075.562040
2	2013	5535.197789	3016.604138	3349.240384	2158.459701
3	2014	5867.492084	3197.699807	3516.736994	2244.751593
4	2015	6219.734990	3389.667185	3692.610163	2334.493301
5	2016	6593.124079	3593.158932	3877.278807	2427.822745
6	2017	6988.928819	3808.866891	4071.182791	2524.883356
7	2018	7408.494888	4037.524437	4274.783976	2625.824301
8	2019	7853.248750	4279.908972	4488.567324	2730.800708
9	2020	8324.702502	4536.844567	4713.042046	2839.973911
10	2021	8824.459017	4809.204766	4948.742823	2953.511691
11	2022	9354.217393	5097.915553	5196.231073	3071.588535
12	2023	9915.778732	5403.958503	5456.096292	3194.385910
13	2024	10511.052259	5728.374116	5728.957455	3322.092535
14	2025	11142.061817	6072.265358	6015.464495	3454.904674

Dari hasil peramalan diatas, perlu di cek ulang pada data awal untuk mengetahui penyimpangan dari masing-masing metode dan masing-masing kota. Adapun penyimpangan dari masing-masing metode dan masing-masing kabupaten pada tabel 4.5

Tabel 4.5 Penyimpangan dalam Peramalan Penumpang Angkutan Udara Bandara JB. Soedirman

Tahun ke-	Tahun	Data PDRB Banyumas (Miliar)	Polinomial		Linear		Exponential	
			Forecast	Penyimpangan	Forecast	Penyimpangan	Forecast	Penyimpangan
1	2012	5221.519	5221.519	0.000	5221.519	0.000	5221.519	0.000
2	2013	5534.811	5533.996	-0.815	5540.840	6.029	5535.198	0.387
3	2014	5866.899	5866.416	-0.483	5893.810	26.911	5867.492	0.593
4	2015	6218.913	6219.384	0.471	6246.780	27.867	6219.735	0.822
5	2016	6592.048	6592.900	0.852	6599.750	7.702	6593.124	1.076
6	2017	6987.571	6986.964	-0.607	6952.720	-34.851	6988.929	1.358
Tahun ke-	Tahun	Data PDRB Purbalingga (Miliar)	Polinomial		Linear		Exponential	
			Forecast	Penyimpangan	Forecast	Penyimpangan	Forecast	Penyimpangan
1	2012	2845.663	2845.663	0.000	2845.663	0.000	2845.663	0.000
2	2013	3016.403	3015.937	-0.466	3019.720	3.317	3016.604	0.201
3	2014	3197.387	3197.103	-0.285	3212.080	14.693	3197.700	0.312
4	2015	3389.231	3389.467	0.237	3404.440	15.209	3389.667	0.437
5	2016	3592.584	3593.030	0.446	3596.800	4.216	3593.159	0.575
6	2017	3808.139	3807.791	-0.348	3789.160	-18.979	3808.867	0.727
Tahun ke-	Tahun	Data PDRB Banjarnegara (Miliar)	Polinomial		Linear		Exponential	
			Forecast	Penyimpangan	Forecast	Penyimpangan	Forecast	Penyimpangan
1	2012	3189.652	3189.652	0.000	3189.652	0.000	3189.652	0.000
2	2013	3349.134	3348.879	-0.255	3351.720	2.586	3349.240	0.106
3	2014	3516.591	3516.452	-0.139	3527.880	11.289	3516.737	0.146
4	2015	3692.420	3692.615	0.195	3704.040	11.620	3692.610	0.190
5	2016	3877.042	3877.368	0.326	3880.200	3.158	3877.279	0.237
6	2017	4070.894	4070.709	-0.184	4056.360	-14.534	4071.183	0.289
Tahun ke-	Tahun	Data PDRB Wonosobo (Miliar)	Polinomial		Linear		Exponential	
			Forecast	Penyimpangan	Forecast	Penyimpangan	Forecast	Penyimpangan
1	2012	2075.562	2075.562	0.000	2075.562	0.000	2075.562	0.000
2	2013	2158.585	2158.492	-0.093	2159.616	1.031	2158.460	-0.125
3	2014	2244.928	2244.875	-0.053	2249.524	4.596	2244.752	-0.176
4	2015	2334.725	2334.782	0.057	2339.432	4.707	2334.493	-0.232
5	2016	2428.114	2428.215	0.101	2429.340	1.226	2427.823	-0.291
6	2017	2525.239	2525.172	-0.066	2519.248	-5.991	2524.883	-0.355

Dari tabel 4.5 diatas dapat dilihat metode regresi yang mempunyai penyimpangan terkecil dari masing-masing kabupaten adalah Banyumas,Purbalingga, dan Wonosobo polinomial, sementara Banjarnegara eksponensial. Sehingga dalam penelitian ini memakai teknik peramalan dengan menggunakan metode regresi polinomial dan eksponensial.

Dari data peramalan PDRB digunakan untuk peramalan penumpang pesawat dengan menggunakan rumus pertumbuhan dibawah ini:

$$P_t = P_0(1 + r)^t \quad (4-1)$$

Dimana :

$P_t$  = jumlah penumpang pada tahun  $t$

$P_0$  = jumlah penumpang pada tahun dasar

$t$  = tahun ke- $n$

$r$  = laju pertumbuhan

Data skenario penumpang yang sebelumnya sudah dilakukan BAPPEDA Kabupaten Purbalingga pada tahun 2017 adalah 27,554 penumpang pada tahun 2017, yang nantinya akan di distribusikan di ke-empat kabupaten berdasarkan PDRB. Adapun hasil distribusi penumpang berdasarkan prosentasi PDRB kabupaten tersebut,

**Tabel 4.6** Distribusi Skenario Penumpang 2017

<b>SKENARIO 2017: 27,554 Penumpang</b>				
<b>Kabupaten</b>	<b>BMS</b>	<b>PBG</b>	<b>BNJ</b>	<b>WNS</b>
<b>PDRB 2017</b>	6987.57	3808.14	4070.89	2525.24
<b>Prosentase</b>	40%	22%	23%	15%
<b>Penumpang</b>	11070	6033	6450	4001

**Tabel 4.7** Prediksi 5 Tahun, Penumpang Angkutan Udara Bandara JB. Soedirman dari Kab. Banyumas

Tahun ke-	Tahun	PDRD Banyumas (Miliar)	Pertumbuhan	Penumpang
0	2017	6987.570939	-	11070
1	2018	7401.576000	5.92%	11,726
2	2019	7836.736000	5.88%	13,146
3	2020	8292.444000	5.82%	15,575
4	2021	8768.700000	5.74%	19,473
5	2022	9265.504000	5.67%	25,651
6	2023	9782.856000	5.58%	35,537
7	2024	10320.756000	5.50%	51,690
8	2025	10879.204000	5.41%	78,794

**Tabel 4.8** Prediksi 5 Tahun, Penumpang Angkutan Udara Bandara JB. Soedirman dari Kab. Purbalingga

Tahun ke-	Tahun	PDRD Purbalingga (Miliar)	Pertumbuhan	Penumpang
0	2017	3807.791200	-	6033
1	2018	4033.750800	5.92%	6,391
2	2019	4270.908800	5.88%	7,164
3	2020	4519.265200	5.82%	8,488
4	2021	4778.820000	5.74%	10,613
5	2022	5049.573200	5.67%	13,980
6	2023	5331.524800	5.58%	19,368
7	2024	5624.674800	5.50%	28,171
8	2025	5929.023200	5.41%	42,942

**Tabel 4.9** Prediksi 5 Tahun, Penumpang Angkutan Udara Bandara JB. Soedirman dari Kab. Banjarnegara

Tahun ke-	Tahun	PDRD Banjarnegara(Miliar)	Pertumbuhan	Penumpang
0	2017	4070.893592	-	6450
1	2018	4274.783976	5.01%	6,773
2	2019	4488.567324	5.00%	7,467
3	2020	4713.042046	5.00%	8,644
4	2021	4948.742823	5.00%	10,507
5	2022	5196.231073	5.00%	13,411
6	2023	5456.096292	5.00%	17,973
7	2024	5728.957455	5.00%	25,292
8	2025	6015.464495	5.00%	37,370

**Tabel 4.10** Prediksi 5 Tahun, Penumpang Angkutan Udara Bandara JB. Soedirman dari Kab. Wonosobo

Tahun ke-	Tahun	PDRD Wonosobo(Miliar)	Pertumbuhan	Penumpang
0	2017	2525.238580	-	4001
1	2018	2625.654600	3.98%	4,160
2	2019	2729.661600	3.96%	4,496
3	2020	2837.193400	3.94%	5,048
4	2021	2948.250000	3.91%	5,887
5	2022	3062.831400	3.89%	7,123
6	2023	3180.937600	3.86%	8,938
7	2024	3302.568600	3.82%	11,623
8	2025	3427.724400	3.79%	15,652

Maka, prediksi jumlah penumpang Bandara JB. Soedirman pada tahun 2025 adalah jumlah penumpang dari keempat kabupaten pada tahun 2025 yaitu 174,758 penumpang per-tahun

Dalam prediksi penumpang di Bandara JB. Soedirman diasumsikan mengalami pertumbuhan seiring dengan pertumbuhan dari 4 kabupaten yaitu Kabupaten Banyumas, Wonosobo, Purbalingga, Banjarnegara.

## 4.2 Spesifikasi Pesawat yang Beroperasi

Dalam perencanaan ini, direncanakan pesawat yang akan beroperasi di bandara ini adalah pesawat penumpang regional yang biasa digunakan dalam penerbangan regional di Indonesia, berikut tabel pesawat regional yang digunakan oleh maskapai-maskapai yang ada di Indonesia;

**Tabel 4.11** Pesawat Regional di Indonesia

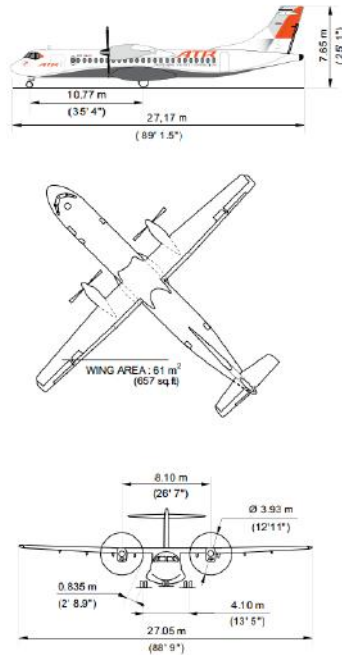
No	Tipe	Maskapai	Spesifikasi		
			Berat	Jarak Terbang	Kapasitas
1	ATR 72-600	Garuda Indonesia	22800	1333	70
		Wings Air			
		Kalstar			
2	ATR 72-500	Wings Air	22000	1224	68
3	ATR 42-300	Kalstar	18600	1165	48
4	CRJ 1000 NextGen	Garuda Indonesia	39222	2639	104

(Sumber : <https://www.tiket2.com/blog/tipe-pesawat-yang-dipakai-oleh-maskapai-penerbangan-indonesia>)

Dalam tabel di atas pesawat ATR 72-600 lebih banyak dipakai maskapai yang ada di Indonesia, mengingat juga bandara ini adalah bandara pengumpan, sehingga tidak memerlukan pesawat yang terlalu besar. Maka untuk Bandar Udara JB. Soedirman akan menggunakan ATR 72-600 sebagai pesawat rencana, adapun spesifikasi dari ATR 72-600 sebagai berikut,



# ATR 72-600



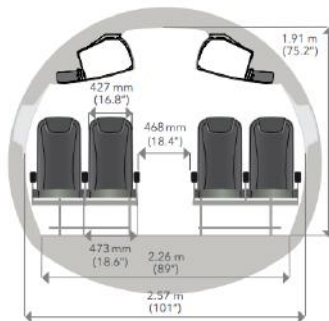
**Gambar 4.5** Spesifikasi ATR 72-600 (a)

Sumber : ATR, 2017

ENGINES	
Pratt & Whitney Canada	PW127M
Take-off power	2,475 SHP
Take-off power - One engine	2,750 SHP
Max continuous	2,500 SHP
Max climb	2,192 SHP
Max cruise	2,132 SHP

PROPELLERS	
Hamilton Standard: 568F	
Blades: 6; Diameter: 3.93 m - 12.9 ft	

WEIGHTS	
Max Take-Off weight (basic)	22,800 kg - 50,265 lb
(option)	23,000 kg - 50,705 lb
Max Landing Weight (basic)	22,350 kg - 49,272 lb
Max zero fuel weight (basic)	20,800 kg - 45,855 lb
(option)	21,000 kg - 46,296 lb
Operational Empty Weight (Tech. Spec.)	13,311 kg - 29,346 lb
(Typical in-service)	13,500 kg - 29,762 lb
Max payload (at typical in-service OEW)	7,500 kg - 16,534 lb
Max fuel load	5,000 kg - 11,023 lb



**Gambar 4.6** Spesifikasi ATR 72-600 (b)

Sumber : ATR, 2017

**STANDARD CONFIGURATION**

70 seats at 30" pitch



■ Attendant seat 
 ■ Galley 
 ■ Lavatory 
 ■ Baggage 
 ▲ Emergency Exit

**AIRFIELD PERFORMANCE**

## TAKE-OFF DISTANCE:

Basic (MTOW - ISA - SL) 1,333 m - 4,373 ft

Option (MTOW - ISA - SL) 1,367 m - 4,485 ft

At TOW for 300 Nm (Max pax - ISA - SL) 1,175 m - 3,855 ft

At TOW for 300 Nm (Max pax - ISA+10 - 3,000 ft) 1,410 m - 4,626 ft

TAKE-OFF SPEED (V2 min @ MTOW) 115 KIAS

## LANDING DISTANCE (JAR25):

Basic (MLW - SL) 915 m - 3,002 ft

At LW (Max pax + reserves - SL) 862 m - 2,828 ft

REFERENCE SPEED AT LANDING 113 KIAS

**EN-ROUTE PERFORMANCE**

Optimum climb speed 170 KCAS

Rate of climb (MTOW - ISA - SL) 1,355 ft/min

Max cruise speed  
(95% MTOW - ISA - Optimum FL) 275 KTAS - 510 km/h

Fuel flow at cruise speed 762 kg/h - 1,680 lb/h

Range with max pax (70 seats) 825 Nm

200 Nm Block fuel 618 kg - 1,363 lb

CO<sub>2</sub> emissions 1,947 kg - 4,292 lb

Block time 55.6 min

300 Nm Block fuel 859 kg - 1,894 lb

CO<sub>2</sub> emissions 2,706 kg - 5,966 lb

Block time 78.5 min

NB: en-route performance computed assuming Max Optional TOW, typical in-service OEW, 70 PAX@95kg, JAR fuel reserves, taxi time allowance: 4 min.

**Gambar 4.7** Spesifikasi ATR 72-600 (c)

Sumber : ATR, 2017

**4.3 Perencanaan Sisi Udara**

Perencanaan sisi udara yang akan dibahas pada tugas akhir ini meliputi perencanaan arah/orientasi runway, geometrik runway, taxiway, runway end safety area, apron, dan stopway.

**4.3.1 Analisis Windrose**

Dalam analisis ini penulis menggunakan *website* yang telah disediakan oleh FAA yaitu <https://airports-gis.faa.gov> untuk menganalisis cangkupan angin dalam perencanaan sebuah runway, sebelumnya data sudah diperoleh dari Lapangan Udara TNI-AU Wirasaba, kemudian data di *input* ke website tersebut. Dari *website* kita menentukan arah *runway* rencana, dan *crosswind*. Untuk Bandara JB. Soedirman yang memiliki panjang *runway* rencana 1600m, menurut tabel yang dikeluarkan ICAO terkait *maximum permissible crosswind*. Maksimum crosswind adalah 20 knots.

Dikarenakan data yang diperoleh dari Lapangan Udara TNI-AU Wirasaba tidak ada angin yang melebihi 20 knots, maka arah runway bisa direncanakan ke semua arah. Dengan mempertimbangkan landasan pacu yang sudah ada sebelumnya milik Lanud TNI-AU Wirasaba yang memiliki arah runway 29 11, maka landasan pacu yang nantinya akan dibangun untuk memenuhi kebutuhan aktivitas penerbangan Bandara JB. Soedirman adalah 29 11, atau mengarah ke 290° dan 110°. Berikut gambar analisis windrose yang sudah dilakukan;

**Tabel 4.12** Data Angin (sebagian)

Tahun	Bulan	Tanggal	Jam	Arah Angin	Kecepatan (knot)
2015	1	6	6	0	0
2015	1	6	7	0	0
2015	1	6	8	0	0
2015	1	6	9	0	0
2015	1	6	10	270	7
2015	1	7	6	0	0
2015	1	7	7	80	5
2015	1	7	8	110	5
2015	1	7	9	115	5
2015	1	7	10	260	5
2015	1	7	11	330	6



penumpang Bandara JB. Sudirman, dengan spesifikasi teknis sebagai berikut:

**Tabel 4.13** Spesifikasi Teknik ATR 72-600

<b>Jenis Pesawat</b>	<b>Panjang (m)</b>	<b>Wingspan (m)</b>	<b>MTOW (lbs)</b>	<b>ARFL (m)</b>	<b>ARC</b>
ATR 72-600	27,17	27,05	22.800	1.333	3C

(Sumber : <http://www.atraircraft.com/products/list.html>)

**a. Panjang Runway**

Berdasarkan kode pengklasifikasian panjang landasan pada elemen I sesuai ketentuan *Aerodrome Referenec Code* (ARC), pesawat ATR 72-600 termasuk ke dalam kode 3C. Untuk menentukan panjang landasan pacu yang terkoreksi maka perlu dilakukan perhitungan koreksi ARFL pesawat terhadap elevasi, temperatur dan kemiringan landasan (*slope*), dengan data-data kondisi lapangan sebagai berikut:

**Tabel 4.14** Kondisi Lingkungan Bandar Udara

<b>No.</b>	<b>Kondisi Lingkungan</b>	
1.	Airport Reference Temperature (ART)	27,7 °C
2.	Elevation	± 50,000 m (MSL)
3.	Slope (Kemiringan) rata-rata	0,05%

(Sumber : BAPPEDA Kab.Purbalingga, 2014)

**a. Koreksi akibat elevasi**

Panjang runway bertambah sebesar 7% setiap kenaikan 1000 ft ( $\pm 300$  m) diatas *Mean Sea Level*, berikut rumus  $F_e$  :

$$\begin{aligned} F_e &= 1 + 0.07 \left( \frac{h}{300} \right) \\ &= 1 + 0,07 \left( \frac{50}{300} \right) \\ &= 1,012 \end{aligned}$$

**b. Koreksi akibat temperatur**

Panjang runway bertambah sebesar 1% setiap kenaikan  $1^\circ\text{C}$  dari *Airport Reference Temperature* (ART). Setiap kenaikan 1000m dari elevasi muka air laut, maka temperatur turun  $6,5^\circ\text{C}$ , berikut rumus  $F_t$  :

$$\begin{aligned} F_t &= 1 + 0,01 (T - (15 - 0,0065 * h)) \\ &= 1 + 0,01 (27,7 - (15 - 0,0065 * 50)) \\ &= 1,130 \end{aligned}$$

**c. Koreksi akibat kemiringan**

Panjang runway akan dikoreksi sebesar 10% untuk setiap 1% slope runway.

$$\begin{aligned} F_s &= 1 + (0,1 * S) \\ &= 1 + (0,1 * 0,05) \\ &= 1,05 \end{aligned}$$

Maka,

$$\begin{aligned} F_e &= 1,012 \\ F_t &= 1,130 \\ F_s &= 1,050 \end{aligned}$$

Dari perhitungan koreksi di atas, maka panjang landasan terkoreksi adalah,

$$\begin{aligned} \text{Panjang Runway} &= \text{ARFL} \times F_t \times F_e \times F_s \\ \text{Panjang Runway} &= 1.333 \times 1,130 \times 1,012 \times 1,050 \\ &= 1598,9 \text{ m} = \mathbf{1600 \text{ m}} \end{aligned}$$

Sehingga panjang runway yang direncanakan dengan pesawat terbesar ATR 72-600 pada Bandara JB. Soedirman adalah 1600 m.

**b. Lebar Runway**

Sesuai dengan SKEP/77/VI/2005 yang memberikan pedoman dalam menentukan lebar runway, berdasarkan *aircraft design group*. Maka didapatkan lebar runway untuk pesawat ATR 72-600 grup III dan *approach category* C adalah 30 m.

**c. Runway Shoulder**

Berdasarkan SKEP/77/VI/2005 memberikan ketentuan untuk penggolongan pesawat III adalah 6 m dengan kemiringan maksimum *shoulder* sebesar 2%

**d. Kemiringan Runway**

Kemiringan runway terdapat kemiringan memanjang dan kemiringan melintang, menurut SKEP/77/VI/2005 untuk penggolongan pesawat III sebagai berikut,

Kemiringan melintang :

- Kemiringan melintang efektif adalah 1,5%
- Kemiringan melintang minimum adalah 1%
- Kemiringan melintang maksimum adalah 2%

Kemiringan memanjang :

- Gradient runway  $\leq 1\text{m}$
- Kemiringan memanjang bagian landasan  $\leq 1\%$
- Kemiringan memanjang  $\frac{1}{4}$  dari ujung landasan  $\leq 1,5$

**e. Blastpad/Stopway**

Stopway adalah suatu area yang terletak di akhir landasan yang digunakan sebagai tempat berhenti apabila pesawat mengalami pembatalan *take off*. Berdasarkan penggolongan pesawat III pada SKEP/77/VI/2005 didapatkan dimensi stopway dengan lebar 30m, panjang 60m, dan kemiringan 0,3% per 30m

**f. Runway Strip**

Ketentuan pada SKEP/77/VI/2005 untuk runway strip dengan kode angka C dan penggolongan pesawat III adalah sebagai berikut:



- Lebar minimum termasuk landasan 300m
- Lebar minimum yang diratakan termasuk landasan 150m
- Kemiringan memanjang yang diratakan  $\leq 1,75\%$  dengan perubahan maksimum tiap 30m pada strip diluar ambang landasan 2%
- Kemiringan melintang yang diratakan  $< 3\%$ , perubahan maksimum pada 3m pertama dari stopway, tepi dan bahu landasan  $< 5\%$ , dan kemiringan maksimum diluar bagian yang diratakan  $< 5\%$

**g. Runway End Safety Area**

Dimensi RESA berdasarkan tabel untuk penggolongan pesawat III dan *code letter C* pada SKEP/VI/77/2005 direncanakan dengan panjang minimum 90m dan lebar minimum 2 kali runway atau 60 m.

**h. Turning Area**

*Turning area* pada bandara dihitung melalui perhitungan rumus 2-9, yang kemudian ditambahkan dengan jarak minimum antar roda dan tepi landasan, yang mana pada bandara ini digunakan 4,5m. Untuk perhitungan turning area itu sendiri sebagai berikut;

$$\begin{aligned}
 R_{180^\circ \text{turn}} &= b \tan (90 - \beta) + t/2 \\
 &= 10,77 \tan (90 - 50) + 4,1/2 \\
 &= 9,0371 + 2,05 \\
 &= 11,087 \text{ m}
 \end{aligned}$$

Kemudian dari hasil tersebut ditambahkan 4,5m untuk jarak minimum antara roda dan tepi landasan, yaitu 4,5m, maka dibutuhkan radius minimum  $15,587\text{m} \approx 16\text{m}$  dengan titik tengah dari garis tengah landasan.

### 4.3.3 Perencanaan Geometrik Taxiway

Kecepatan pesawat yang berada di taxiway untuk menuju ke runway atau apron tidak lebih besar saat pesawat berada di runway. Namun dalam perencanaannya arus tepat agar tidak

mengganggu aktivitas pesawat di runway yang menyebabkan waktu tunda untuk aktivitas antar pesawat. Dan dalam perhitungan taxiway perlu diperhatikan roda terluar dari pesawat rencana yang menggunakan taxiway harus bebas dari hambatan apapun.

**a. Dimensi Taxiway**

Berdasarkan ketentuan yang ditetapkan pada SKEP/77/VI/2005, untuk *code letter C* dan penggolongan pesawat III, lebar taxiway yang dibutuhkan sebesar 15 m dan jarak bebas minimum dari sisi terluar roda utama dengan tepi taxiway adalah 3m. Karena jarak roda pendaratan untuk ATR 72-600 sebesar 4,1 m ditambah dengan jarak bebas minimum masih lebih kecil dari lebar taxiway maka yang dipakai adalah lebar 15 m.

**b. Taxiway Shoulder**

Pada taxiway harus dilengkapi dengan bahu taxiway yang berada disetiap sisinya. Dalam ketentuan lebar taxiway shoulder minimum untuk *code letter C* dan penggolongan pesawat III adalah 25m.

**c. Taxiway Longitudinal Slope**

Ketentuan taxiway longitudinal slope berdasarkan SKEP/77/VI/2005 untuk *code letter C* dan penggolongan pesawat III didapatkan kemiringan memanjang taxiway sebesar 1,5%, dengan perubahan maksimum kemiringan sebesar 1% per 30m dan jari-jari peralihan minimum sebesar 3000m.

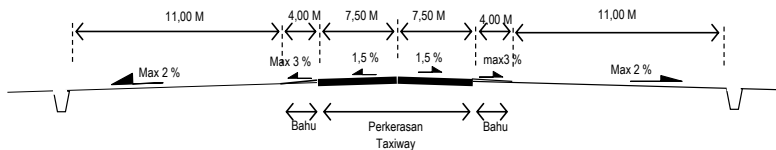
**d. Taxiway Transversal Slope**

Perencanaan taxiway transversal slope ini diperlukan untuk mencegah adanya genangan air pada permukaan taxiway. Dalam ketentuan yang diatur dalam SKEP/77/VI/2005 untuk *code letter C* dan penggolongan pesawat III didapatkan kemiringan melintang taxiway sebesar 1,5%.

**e. Taxiway Strip**

Permukaan taxiway harus direncanakan sedemikian rupa agar dapat mengalirkan air ke drainase pada tepi landasan, untuk

code letter C dan penggolongan pesawat III berdasarkan SKEP/77/VI/2005 luasan yang direncanakan harus memiliki kemiringan ke atas yang diratakan sebesar 2,5% dan maksimum kemiringan kebawah yang diratakan sebesar 5%, serta jarak minimum bagian tengah strip dengan garis tengah taxiway sejauh 12,5m.



**Gambar 4.9** Sketsa Penampang Melintang Taxiway

**f. Kurva Taxiway**

Ketentuan kurva *taxiway* berdasarkan SKEP/77/VI/2005 untuk desain kecepatan pesawat saat di taxiway sebesar 20km/jam memiliki radius minimum 24m, maka direncanakan untuk kurva *taxiway* adalah 25m.

**g. Letak Exit Taxiway**

Dengan menggunakan rumus 2-11 didapatkan untuk letak *exit taxiway* yang dibutuhkan dari ujung *runway* adalah;

$$\begin{aligned}\text{Letak Exit Taxiway} &= \text{Jarak } \textit{touchdown} + \textit{Landing Distance} \\ &= 300\text{m} + 862\text{m (ATR 72-600)} \\ &= 1162\text{m}\end{aligned}$$

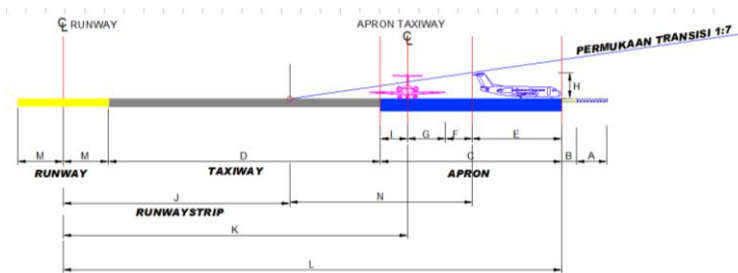
Kemudian dilakukan koreksi terhadap kondisi lingkungan dari bandara tersebut untuk mendapatkan letak exit taxiway, nilai koreksi itu sendiri sebelumnya sudah dilakukan di perhitungan koreksi pada panjang runway dengan nilai koreksi terhadap temperatur (Ft) 1,13 dan koreksi terhadap elevasi (Fe) 1,012.

Kemudian letak exit taxiway 1162m dikalikan dengan 1,13 dan 1,012.

Maka, direncanakan letak *exit taxiway* adalah  $1329\text{m} \approx 1350\text{m}$  dari ujung salah satu *runway*.

#### h. Panjang Taxiway

Pada gambar 4.10 di ilustrasikan kebutuhan Taxiway dan Apron sebagai berikut:



**Gambar 4.10** Ilustrasi Kebutuhan Taxiway dan Apron

Keterangan dari gambar 7.5 diatasadalah antara lain :

- A : GSE Road
- B : GSE Park
- C : Panjang Apron
- D : Panjang taxiway
- E : Panjang pesawat
- F : Jarak aman antara sayap pesawat berjalan dan ekor pesawat parkir
- G :  $\frac{1}{2}$  Lebar Airstrip
- H : Tinggi pesawat
- I :  $\frac{1}{2}$  Lebar Apron Taxiway
- J : Runway Strip

- K : Jarak runway centerline dengan apron taxi centerline
- L : Jarak as *Runway* ke tepi *Apron* (batas GSE)
- M : Lebar Runway
- N : Jarak aman dari runway strip ke ekor pesawat parkir (permukaan transisi 1:7)

**Tabel 4.15** Hitungan Panjang *Taxiway*

Keterangan	ATR-72-600
H	$7,65 \times 7 = 53,55 \text{ m}$
W	lebar apron <i>taxiway</i> = 15 m
F	10,5 m
E	22,67 m
M	$1/2 \times 30 \text{ m} = 15 \text{ m}$
J	$1/2 \text{ lebar } runwaystrip = 150 \text{ m}$
Panjang <i>taxiway</i> dari tepi <i>runway</i>	$(150 - 15) + (53,55 - 10,5 - (0,5 \times 27,05) - 7,5) = 156,8 \text{ m} \approx 160 \text{ m}$
Dimensi <i>Taxiway</i>	160 m x 15 m

(Sumber : ICAO, 2004)

#### 4.3.4 Perencanaan Geometrik Apron

Dalam perencanaan apron yang perlu diperhatikan antara lain :

- Konfigurasi terminal/apron dan dimensi ruang bebas untuk keamanan dan perlindungan penumpang terhadap *propeller mash*, *blast*, *panas* dan kebisingan.

Jenis konfigurasi apron yang dipergunakan adalah konfigurasi apron dengan sistem linier.

- Karakteristik pergerakan jenis pesawat yang akan dilayani.
- Karakteristik fisik pesawat seperti dimensi, berat, instalasi tetap dari fasilitas pelayanan dan lain-lain.
- Tipe dan ukuran fasilitas GSE (*Ground Service Equipment*) dan manuvernya.
- Kemiringan apron. Kemiringan apron semaksimal mungkin harus lebih kecil dari 1 %, hal ini bertujuan untuk menghindari adanya genangan air di apron, namun kemiringan apron juga tidak diperbolehkan terlalu besar yang dapat menyebabkan pesawat bergerak saat diparkir di apron.

Untuk perhitungan dimensi apron, dipengaruhi oleh dimensi pesawat; panjang, lebar; jarak antar pesawat; serta kebutuhan *self-parking taxiing* untuk jenis pesawat yang tidak memerlukan *push-back tractor*.

Untuk Bandara Wirasaba pesawat yang akan beroperasi adalah pesawat jenis propeler, dimana pesawat ini dapat melakukan manuver sendiri untuk parkir sehingga tidak memerlukan *push back tractor*.

Dengan menggunakan rumus yang sudah ditentukan pada SKEP/77/VI/2005 untuk menghitung jumlah pesawat yang akan parkir di apron, maka di dapatkan

$$N = \frac{C \times T}{60} + A$$

$$N = \frac{1 \times 60}{60} + 1$$

$$N = 2 \text{ pesawat}$$

Dimana:

N = Jumlah pesawat yang akan parkir di apron

T = Waktu pemakaian gate

C = Pergerakan pesawat pada jam sibuk (gerakan/jam)

A = Cadangan pesawat

Kelas C waktu pemakaian gate 30 menit

Dengan direncanakannya apron yang dapat menampung 2 pesawat ATR 72-600, maka kebutuhan luasan apron dapat ditentukan sebagai berikut:

Pesawat ATR 72-600

Wingspan = 27,05 m

Length = 27,17 m

Clearance = 4,50 m (SKEP/77/VI/2005)

Perhitungan :

Panjang Apron =  $(2 \times 27,05) + (3 \times 4,5)$   
 $= 67,6 \text{ m} \approx 70 \text{ m}$

Lebar Apron =  $4,5 + 27,17 + 10,5 + 27,5$   
 $= 69,32 \text{ m} \approx 70 \text{ m}$

Kemudian ditambah untuk jarak bebas ujung wingspan antas pesawat dan tepi apron 15m, maka di dapatkan lebar total 85m

Kemudian ditambah jarak bebas ujung *wingspan* antar pesawat dan tepi apron 15m, maka di dapatkan lebar total 85m.

Kemiringan runway juga diatur dalam peraturan tersebut yaitu untuk tempat pesawat parker maksimum  $1\% \leq$  dan pada daerah pemuatan bahan bakar pesawat adalah  $+ \frac{1}{2}\%$  .

#### 4.4 Kawasan Keselamatan Operasional Penerbangan

Dalam menentukan kawasan keselamatan operasional penerbangan ini digunakan 2 (dua) macam sistim ketinggian, yaitu;

- Sistim Ketinggian *Mean Sea Level* (MSL), merupakan sistim ketinggian. yang menggunakan permukaan air laut rata-rata sebagai bidang referensi.
- Sistim Ketinggian Bandar Udara atau *Aerodrome Elevation System* (AES), merupakan sistim ketinggian khusus yang dipergunakan untuk kepentingan rekayasa/pembangunan suatu Bandar Udara. Dalam sistim ini titik dengan ketinggian 0,00 meter ditentukan berdasarkan ambang ketinggian terendah salah satu ujung landasan.

Dalam sistim ketinggian bandar udara (AES) direferensikan terhadap ambang landasan terendah. Sedangkan sistim ketinggian nasional direferensikan terhadap permukaan air laut rata rata atau *Mean Sea Level* (MSL)

Dengan diketahuinya besaran elevasi di titik ambang terendah terhadap *Mean Sea Level*, maka dapat ditentukan korelasinya, antara sistim ketinggian Bandar Udara (AES) terhadap sistim ketinggian nasional (MSL). Korelasi tersebut dimaksudkan untuk memberikan rekomendasi dalam menentukan batas-batas ketinggian *obstacle* dan ketinggian permukaan kawasan keselamatan operasi penerbangan.

#### **4.4.1 Batas-Batas Kawasan Operasi Penerbangan**

##### **a. Kawasan Ancangan Pendaratan dan Lepas Landas**

Kawasan Ancangan Pendaratan adalah suatu kawasan perpanjangan dari kedua ujung landas pacu dengan ukuran/batasan tertentu untuk lintasan pendaratan pesawat terbang. Sedangkan Kawasan Lepas landas yaitu suatu kawasan yang dibatasi oleh ukuran panjang dan lebar tertentu dimulai dari perpanjangan ujung landasan di lintasan pesawat terbang saat lepas landas.

Tepi dalam kawasan ancangan pendaratan ini berimpit dengan ujung-ujung permukaan utama (*airstrip*) berjarak 60 m dari ujung landas pacu (*threshold*) dengan lebar bagian dalam 180 m, kawasan ini melebar kearah luar secara teratur dengan sudut



pelebaran (*divergence*) 12,5% sampai lebar akhir (*final width*) 1200 m serta garis tengah bidangnya merupakan perpanjangan dari garis tengah landas pacu sampai jarak datar 15.000 m.

Permukaan ancangan pendaratan dan lepas landas tersebut merupakan bidang datar dengan kemiringan 2% dimulai dari elevasi + 0,00 m AES (sistim ketinggian bandar udara/aerodrome elevation system) sampai elevasi + 100 m AES.

#### b. Kawasan Kemungkinan Bahaya Kecelakaan

Kawasan kemungkinan bahaya kecelakaan adalah sebagian dari kawasan pendekatan yang berbatasan langsung dengan ujung-ujung landas pacu dan mempunyai ukuran tertentu yang dapat menimbulkan kemungkinan terjadinya kecelakaan.

Batasan kawasan kemungkinan bahaya kecelakaan sama dengan batas kawasan pendekatan (dalam arti berimpit) sampai dengan jarak mendatar 3.000 m dari ujung permukaan utama (*airstrip*).

#### c. Kawasan di Bawah Permukaan Transisi

Permukaan Transisi adalah bidang dengan kemiringan tertentu sejajar dan berjarak tertentu dari as landasan, pada bagian bawah dibatasi oleh titik-titik perpotongan dengan garis datar yang ditarik tegak lurus pada as landasan dan pada bagian atasnya dibatasi oleh garis perpotongan dengan Permukaan Horizontal Dalam,

Permukaan kawasan ini berimpit dengan sisi panjang Permukaan Utama dan sisi Permukaan Pendekatan, Kawasan ini meluas keluar dengan kemiringan 14,30% sampai jarak mendatar 315 m dari sisi panjang Permukaan Utama dan berakhir di garis perpotongan dengan Permukaan Horizontal Dalam pada ketinggian + 49 m AES.

#### d. Kawasan di Bawah Permukaan Horizontal Dalam

Permukaan Horizontal Dalam adalah bidang datar di atas dan di sekitar Bandar Udara yang dibatasi oleh radius dan

ketinggian dengan ukuran tertentu untuk kepentingan pesawat terbang melakukan terbang rendah pada waktu akan mendarat atau setelah lepas landas.

Ukuran kawasan ini ditentukan oleh lingkaran dengan radius 4.000 m dari titik tengah setiap ujung permukaan utama dan menarik garis singgung pada kedua lingkaran yang berdekatan pada ketinggian + 49 m (AES) dari ambang landas pacu, tetapi kawasan ini tidak termasuk Kawasan di Bawah Permukaan Transisi.

e. Kawasan di Bawah Permukaan Kerucut

Permukaan Kerucut adalah bidang dari suatu kerucut yang bagian bawahnya dibatasi oleh perpotongan dengan Permukaan Horizontal Dalam dan bagian atasnya dibatasi oleh Permukaan Horizontal Luar, masing-masing dengan radius dan ketinggian tertentu dihitung dari titik referensi yang ditentukan.

Kawasan di bawah Permukaan Kerucut ditentukan mulai dari tepi luar kawasan di bawah Permukaan Horizontal Dalam, meluas dengan kemiringan 5% sampai ketinggian + 124 m dari Permukaan Horizontal Dalam, dengan jarak mendatar 1.500 m.

#### **4.4.2 Koordinat Geografis**

Guna mengetahui titik-titik dan letak sesungguhnya KKOP, perlu diketahui koordinat geografis masing-masing titik yang didapatkan dari *google earth*. Langkah untuk mendapatkan koordinat geografis masing-masing titik adalah dengan menempatkan gambar rencana KKOP pada program bantu *Auto CAD*. Koordinat pada masing-masing titik KKOP adalah sebagai berikut;

**Tabel 4.16** Koordinat Kawasan Keselamatan Operasi Penerbangan (a)

Titik	Koordinat UTM		Koordinat Geografis					
	X (meter)	Y (meter)	Lintang Selatan			Bujur Timur		
			°	'	"	°	'	"
A.1.1	18440.000	20150.000	7	27	29.958	109	24	29.938
A.1.2	18440.000	19850.000	7	27	39.422	109	24	27.556
A.1.3	3440.000	17600.000	7	26	50.595	109	16	15.284
A.1.4	3440.000	22400.000	7	24	19.424	109	16	53.636
A.1.5	15440.000	19400.000	7	24	29.722	109	22	49.096
A.1.6	15440.000	20600.000	7	27	51.866	109	22	58.660
A.2.1	20060.000	20150.000	7	26	42.870	109	25	21.194
A.2.2	35060.000	22400.000	7	28	31.235	109	33	33.500
A.2.3	35060.000	17600.000	7	31	2.748	109	32	55.260
A.2.4	20060.000	19850.000	7	27	52.561	109	25	21.194
A.2.5	23060.000	20600.000	7	28	39.422	109	26	59.623
A.2.6	20060.000	19850.000	7	27	52.334	109	25	18.779
B.1.1	15990.000	20517.500	7	26	58.828	109	23	15.398
B.1.2	22096.500	20455.475	7	27	49.422	109	26	28.030
B.2.1	15990.000	19482.500	7	27	31.513	109	23	20.753
B.2.2	22096.500	18544.525	7	28	18.173	109	26	33.500
C.1.1	14508.981	20739.655	7	26	40.044	109	22	30.363
C.1.2	18440.000	24000.000	7	25	28.451	109	25	0.671
C.1.3	20060.000	24000.000	7	25	41.329	109	25	51.892
C.1.4	20451.019	20739.655	7	27	27.737	109	25	38.241
C.2.1	14508.981	19260.345	7	27	26.718	109	22	18.548
C.2.2	20451.019	19260.345	7	28	14.042	109	25	26.431
C.2.3	20060.000	16000.000	7	29	40.927	109	24	48.074
C.2.4	18440.000	16000.000	7	29	52.334	109	23	56.813

**Tabel 4.17** Koordinat Kawasan Keselamatan Operasi Penerbangan  
(b)

Titik	Koordinat UTM		Koordinat Geografis					
	X (meter)	Y (meter)	Lintang Selatan			Bujur Timur		
			°	'	"	°	'	"
D.1.1	13024.836	20962.286	7	26	21.193	109	21	45.200
D.1.2	18440.000	25500.000	7	24	41.097	109	25	12.646
D.1.3	20060.000	25500.000	7	24	54.006	109	26	3.866
D.1.4	25475.164	20962.286	7	28	0.325	109	28	18.918
D.2.1	13024.836	19037.714	7	27	21.910	109	21	29.841
D.2.2	25475.164	19037.714	7	29	1.081	109	28	3.572
D.2.3	20060.000	14500.000	7	30	41.194	109	24	36.094
D.2.4	18440.000	14500.000	7	30	20.280	109	23	44.865
E.1.1	3628.689	22521.725	7	24	17.074	109	17	0.558
E.1.2	18440.000	35000.000	7	19	41.224	109	26	28.461
E.1.3	20060.000	35000.000	7	19	54.129	109	27	19.610
E.1.4	34871.311	22521.725	7	28	25.880	109	33	28.527
E.2.2	34871.311	17478.275	7	31	5.102	109	32	48.304
E.2.3	20060.000	5000.000	7	35	41.016	109	23	20.255
E.2.4	18440.000	5000.000	7	35	28.130	109	22	28.987
E.2.1	3628.689	17478.275	7	26	56.220	109	16	20.253

#### 4.5 Perencanaan Rute yang Memungkinkan

Dalam merencanakan rute yang memungkinkan pada Bandar Udara Jenderal Besar Soedirman dilakukan melalui kemampuan jarak terbang pesawat yang sudah direncanakan yang kemudian akan dilakukan perhitungan biaya operasional dari moda kendaraan yang sudah ada, dalam kasus ini yang dibandingkan adalah moda mobil dan moda kereta. Kedua moda tersebut nantinya akan dihitung perbandingannya. Jika moda pesawat akan lebih murah dari moda mobil/kereta, maka rute tersebut akan menjadi rute yang memungkinkan ada dalam operasional Bandar Udara JB. Soedirman. Perhitungan yang dilakukan disini adalah perhitungan sederhana dalam menentukan biaya operasional.

Untuk perhitungan biaya operasionalnya sendiri untuk moda mobil sebatas perhitungan bensin, biaya tol yang dikeluarkan, dan nilai waktu. Untuk kereta diperhitungkan harga tiket kereta eksekutif dan nilai waktu. Untuk pesawat mengikuti perhitungan biaya operasional pesawat ATR 72-(Megalita Rodiyani, 2015), berikut biaya operasional pesawat yang sudah dilakukan perhitungan sebelumnya pada tesis tersebut;

**Tabel 4.18** Karakteristik Pesawat ATR-72

No.	Karakteristik Pesawat	Satuan	Keterangan
1	Jenis Pesawat		Propeler
2	Tipe Pesawat		ATR 72
3	Tahun Pembuatan Pesawat		2012
4	Tahun Pembelian/Perolehan		2014
5	Jumlah seluruh tupe pesawat yang dimiliki	Unit	1
6	Jam Terbang Per Tahun untuk 1 Pesawat	Jam	365
7	Jam terbang per tahun secara total	Jam	365
8	Payload per pesawat	Kg	75%
9	Kapasitas Pesawat		
	a. Penumpang = Orang	Orang	70
	b. Barang/Kargo	Kg	2,000
10	Tingkat isian penumpang (load factor)	%	70%
11	Nilai tukar "Rupiah" terhadap "Dollar Amerika Serikat"	Rp	13,000
12	Jumlah Pemakaian BBM "Avtur"-per Jam Terbang	Liter	968
13	Harga BBM pesawat "Avtur"-per liter	Rp	12,000
14	Tambahan Taxi in atau out		
15	Maximum-Take off Weight	Ton	23

(Sumber : Rodiyani, 2015)

**Tabel 4.19** Biaya Operasional Pesawat ATR-72

KOMPONEN BIAYA OPERASI PESAWAT ATR 72	RANGE FLIGHT 1 HOURS
BIAYA OPERASI LANGSUNG TETAP	
1. Premi Asuransi	Rp 3,683,333.00
2. Gaji Tetap Awak Pesawat	Rp 1,993,333.00
3. Premi Asuransi	Rp 3,683,333.00
4. Gaji Tetap Teknisi	Rp 1,300,000.00
Sub Total	Rp 10,659,999.00
BIAYA OPERASI LANGSUNG VARIABEL	
4. Biaya Pelumas	Rp 272,800.00
5. Biaya Bahan Bakar	Rp 10,481,419.00
6. Biaya Tunjangan Awak Pesawat	Rp 1,213,139.00
7. Overhaul & Pemeliharaan Pesawat	Rp 6,632,708.00
8. Jasa Bandar Udara	Rp 307,800.00
9. Ground Handling	Rp 1,784,444.00
10. Catering	Rp 1,141,233.00
Sub Total	Rp 21,833,543.00
TOTAL BIAYA OPERASI LANGSUNG	Rp 32,493,542.00
BIAYA OPERASI TIDAK LANGSUNG	
11. UMUM dan Organisasi	Rp 2,062,500.00
12. Pemasaran & Penjualan (Komisi Agen)	
TOTAL BIAYA OPERASI TIDAK LANGSUNG	Rp 2,062,500.00
Total Biaya Ops sebelum profit	Rp 34,556,042.00
Profit Margin 10%	Rp 3,455,604.00
TOTAL BIAYA OPERASI PESAWAT	Rp 38,011,646.00

(Sumber: Rodiyani, 2015)

Dari perhitungan yang sudah dilakukan akan disajikan dalam bentuk tabulasi yang berisi komparasi dari masing masing moda tiap rute yang memungkinkan.

Sebelumnya sudah dilakukan survey oleh BAPPEDA Kab. Purbalingga terkait dengan pola pergerakan yang ada di Kab. Purbalingga melalui survey dan wawancara dengan pegawai instansi pemerintah, penumpang KA. Eksekutif di Stasiun

Purwokerto, penumpang di Bandar Udara Tunggul Wulung Cilacap, dan pengunjung hotel di Purwokerto. Dari hasil survey yang sudah dilakukan didapatkan 4 kota yang memiliki Bandar Udara sebagai tujuan dari Bandara JB. Soedirman nantinya yaitu Jakarta, Semarang, Yogyakarta, dan Surabaya. Namun skenario tersebut sebatas hasil survey dan wawancara, tidak ada perhitungan terkait kelayakan dari rute yang sudah direncanakan tersebut.

Melihat dari hasil survey yang sudah dilakukan, rute-rute tersebut masih berada pada satu pulau, mengingat Bandar Udara JB. Soedirman sendiri nantinya hanyalah sebagai bandara pengumpan, yang akan menyalurkan penumpangnya ke bandara pengumpul.

Didapatkan beberapa bandara pengumpul pada pulau Jawa adalah sebagai berikut:

- Bandara Soekarno-Hatta – Tangerang/Jakarta
- Bandara Husein Sastranegara – Bandung
- Bandara Ahmad Yani – Semarang
- Bandara Adi Sumarmo – Solo
- Bandara Adi Sutjipto – Yogyakarta
- Bandara Juanda – Surabaya

Bandara-bandara yang sudah disebutkan diatas lah yang nantinya akan ditinjau lebih lanjut untuk kelayakan menjadi rute yang memungkinkan dilayani pada Bandar Udara JB. Soedirman.

Tarif tol yang ditetapkan di beberapa rute didapatkan dari aplikasi android yang dikeluarkan oleh Jasa Marga, yaitu JMCare. Untuk perhitungan durasi pesawat di dapatkan dari rute penerbangan ATR 72-600 yang sudah ada, dalam kasus ini yang dipakai adalah penerbangan Yogyakarta-Surabaya Wings Air, dengan jarak terbang 265km dan durasi 1 jam 10 menit, yang kemudian akan menjadi acuan durasi terbang rute lainnya melalui persamaan linear. Berikut perhitungan biaya operasional dari masing masing rute;

**Tabel 4.20** Biaya Operasional Masing-masing Moda

PURBALINGGA-JAKARTA						
Mobil						
Jarak (km)	Durasi (jam)	Kecepatan rata-rata (km/jam)	Biaya BBM(per-km)/Harga Tiket	Biaya Tol	Total Biaya Operasional	Biaya/Jam
371	6.7	55	Rp746.13	Rp182,500.00	Rp459,314.43	Rp68,554.39
Mobil + Kereta						
35	1.2	29	Rp969.14	0	Rp33,919.93	Rp48,212.89
371	5	-	Rp265,000.00	0	Rp265,000.00	
Pesawat						
317	1.4	0	Rp747,168.42		Rp747,168.42	Rp535,375.30
PURBALINGGA-BANDUNG						
Mobil						
365	6.2	59	Rp754.88	Rp202,500.00	Rp478,032.93	Rp77,102.09
Pesawat						
212	0.9	-	Rp499,683.61		Rp499,683.61	Rp535,375.30
PURBALINGGA-SEMARANG						
Mobil						
208	4.65	45	Rp774.49	Rp2,500.00	Rp163,593.03	Rp35,181.30
Mobil + Kereta						
35	1.2	29	Rp788.77	0	Rp27,606.93	Rp28,553.14
208	4.67	-	Rp140,000.00	0	Rp140,000.00	
Pesawat						
120	0.5	-	Rp282,839.78		Rp282,839.78	Rp535,375.30
PURBALINGGA-SOLO						
Mobil						
223	5.267	42	Rp796.99	Rp0.00	Rp177,728.30	Rp33,743.74
Mobil + Kereta						
35	1.2	29	Rp747.10	0	Rp26,148.53	Rp38,894.92
208	5	-	Rp215,000.00	0	Rp215,000.00	
Pesawat						
148	0.7	-	Rp348,835.73		Rp348,835.73	Rp535,375.30
PURBALINGGA - YOGYAKARTA						
Mobil						
177	4.03	44	Rp781.27	Rp0.00	Rp138,284.56	Rp34,313.79
Mobil + Kereta						
35	1.2	29	Rp763.57	0	Rp26,724.89	Rp67,145.80
177	2.4	-	Rp215,000.00	0	Rp215,000.00	
Pesawat						
148	0.5	-	Rp278,125.78		Rp278,125.78	Rp535,375.30
PURBALINGGA - SURABAYA						
Mobil						
469	10.4	45	Rp774.49	Rp69,000.00	Rp432,233.80	Rp41,560.94
Mobil + Kereta						
35	1.2	29	Rp838.17	0	Rp29,335.99	Rp31,999.17
469	8.467	-	Rp280,000.00	0	Rp280,000.00	
Pesawat						
373	1.7	-	Rp883,369.24		Rp883,369.24	Rp535,375.30



Dari tabel diatas didapatkan biaya operasional dari masing masing moda, baik secara jumlah maupun biaya yang dikeluarkan per-jamnya. Kemudian akan dilakukan perhitungan perbandingan biaya yang dikeluarkan antara moda pesawat dan moda lainnya. Biaya-biaya yang ada di tabel diatas belum dijumlahkan dengan nilai waktu dari moda mobil dan kereta.

Nilai waktu pada kasus ini adalah perhitungan selisih durasi antara moda pesawat dengan moda lainnya, yang kemudian selisih durasi tersebut dikalikan dengan biaya operasional per-jam yang dikeluarkan dari moda eksisting yang termurah (mobil/kereta), selanjutnya nilai waktu itu dijumlahkan dengan biaya operasional yang dikeluarkan sesuai dengan tabel di atas. Dalam kasus ini jika biaya operasional (pesawat) lebih rendah dari biaya operasional eksisting (mobil/kereta), durasi perjalanan untuk moda pesawat didapatkan dari persamaan linear penerbangan Wings Air rute Yogyakarta-Surabaya sejauh 265km dengan durasi 1 jam 10 menit. maka rute tersebut memungkinkan untuk dilayani Bandara JB. Soedirman.

**Tabel 4.21** Perbandingan Biaya Operasional

Rute	Moda Eksisting ter-Murah	Durasi (jam)	Biaya Operasional	Biaya Operasional per-Jam	Durasi Pesawat (jam)	Selisih Durasi	Biaya Operasional Pesawat	Penghematan Nilai Waktu	(BOP- Penghematan Waktu)
PBG-JKT	Kereta	6.2	Rp 298,919.93	Rp 48,212.89	1.4	4.8	Rp 747,168.42	Rp 231,421.88	Rp 515,746.54
PBG-BDG	Mobil	6.2	Rp 478,032.93	Rp 77,102.09	0.9	5.3	Rp 499,683.61	Rp 406,070.99	Rp 93,612.62
PBG-SMG	Mobil	5.87	Rp 167,606.93	Rp 28,553.14	0.53	5.3	Rp 282,839.78	Rp 152,522.25	Rp 130,317.53
PBG-SLO	Mobil	5.267	Rp 177,728.30	Rp 33,743.74	0.65	4.6	Rp 348,835.73	Rp 155,741.81	Rp 193,093.92
PBG-YK	Mobil	4.03	Rp 138,284.56	Rp 34,313.79	0.52	3.5	Rp 278,125.78	Rp 120,458.66	Rp 157,667.12
PBG-SBY	Kereta	9.667	Rp 309,335.99	Rp 31,999.17	1.65	8.0	Rp 883,369.24	Rp 256,537.36	Rp 626,831.88

(**Hijau** : Memungkinkan, **Merah** : Tidak Memungkinkan)

Dari tabel yang sudah disajikan, dapat disimpulkan rute yang memungkinkan adalah Purbalingga-Bandung dan Purbalingga-Semarang. Namun ada pertimbangan lain terkait rute yang memungkinkan, yaitu dari hasil survei yang sudah dilakukan BAPPEDA Kab. Purbalingga sebelumnya terkait pola pergerakan dari penumpang yang ada di Kab. Purbalingga, yang respondennya

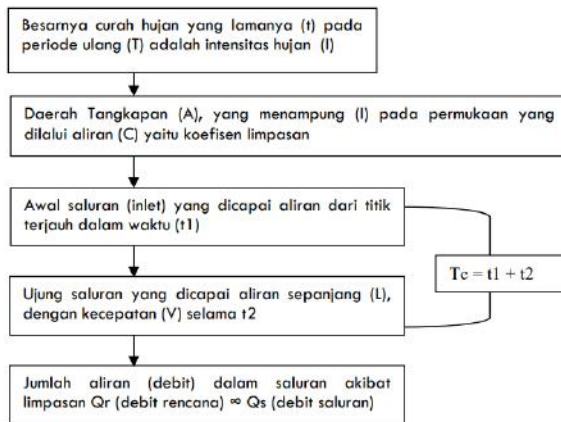
adalah pegawai instansi pemerintah, penumpang KA. Eksekutif di Stasiun Purwokerto, penumpang di Bandar Udara Tunggul Wulung Cilacap, dan pengunjung hotel di Purwokerto. Dari hasil survei di dapatkan 4 tujuan yaitu Jakarta, Semarang, Yogyakarta, dan Surabaya. Maka dapat disimpulkan untuk rute yang memungkinkan adalah sebagai berikut;

- Purbalingga – Jakarta
- Purbalingga – Surabaya
- Purbalingga – Bandung
- Purbalingga – Semarang
- Purbalingga – Yogyakarta

#### **4.6 Sistem Drainase Sisi Udara**

Untuk perancangan jaringan drainase maka perlu dilakukan analisis frekuensi curah hujan harian yang terjadi pada daerah tersebut. Analisis tersebut bertujuan untuk menentukan nilai debit rancangan hujan yang akan digunakan dalam perhitungan, dalam tugas akhir ini menggunakan referensi perhitungan pada jurnal dinas perhubungan oleh Ali Murtadho (Murtadho, 2012).

Jaringan drainase direncanakan berdasarkan periode ulang hujan yang diperlukan sesuai dengan lokasi bandara. Hal ini berarti saluran/tata jaringan drainase yang dibangun boleh melimpas (kapasitasnya terlampaui) pada curah hujan yang intensitasnya lebih tinggi dari hujan rencana. Kriteria tersebut dapat digunakan karena banjir yang diakibatkan oleh hujan dengan periode ulang tersebut yang terjadi pada jaringan drainase masih dapat diterima pada batas – batas tertentu yaitu tidak mengganggu aktivitas di kawasan ini secara keseluruhan. Berikut bagan alir perencanaan drainase sisi udara Bandara JB.Soedirman



**Gambar 4.11** Bagan Alir Perencanaan Drainase

#### 4.6.1 Perencanaan Dimensi Saluran

Jaringan drainase air hujan direncanakan untuk dapat menampung limpasan air hujan di area perencanaan sesuai curah hujan rencana yang ditetapkan. Curah hujan rancangan dianalisis dari data hujan harian atau data hujan otomatis (kalau ada) yang diperoleh dari stasiun pengukuran hujan terdekat. Data hujan tersebut diubah ke dalam intensitas curah hujan untuk kemudian dipakai menghitung debit rancangan.

Untuk perancangan drainasi pada studi perencanaan Bandar Udara JB. Soedirman ini, data hujan yang digunakan dalam perhitungan analisis frekuensi adalah data hujan selama 13 tahun sejak tahun 1992 sampai dengan tahun 2005 yang diperoleh dari Stasiun Curah Hujan Panicam Karangkemiri, No. Sta. 36a, Milik Balai PSDA Serayu Citanduy dan merupakan stasiun biasa.

**Tabel 4.22** Data Harian Curah Hujan Maksimum Wirasaba

<b>Tahun</b>	<b>Curah Hujan Maksimum Harian (mm)</b>
1992	151
1993	133
1994	123
1995	125
1996	72
1997	144
1998	94
2000	109
2001	134
2002	100
2003	100
2004	90
2005	110

(Sumber: Stasiun Curah Hujan Panicam Karangkemiri)

Dari data hujan yang didapatkan dari BAPPEDA harus dilakukan analisis lebih lanjut yaitu mencari curah hujan rata-rata, standard deviasi, dan menghitung curah hujan harian rencana dengan menggunakan nilai variabel reduksi Gauss. Berikut tabel hasil analisisnya;

**Tabel 4.23** Data Curah Hujan Maksimum Tahunan

<b>Tahun</b>	<b>Curah hujan (mm)</b>
1992	151
1993	133
1994	123
1995	125
1996	72
1997	144
1998	94
2000	109
2001	134
2002	100
2003	100
2004	90
2005	110
<b>Rata2 (Xr)</b>	114.23
<b>S. Dev (S)</b>	23.10

(Sumber: Stasiun Curah Hujan Panicam Karangkemiri)

Kemudian dilakukan perhitungan curah hujan harian rencana dengan rumus

$$X = Xr + K * S \quad (4-2)$$

Dimana:

Xr = Curah hujan rata-rata

K = Faktor Frekuensi (Gauss)

S = Standar deviasi curah hujan

**Tabel 4.24** Perencanaan Curah Hujan Harian Maksimum

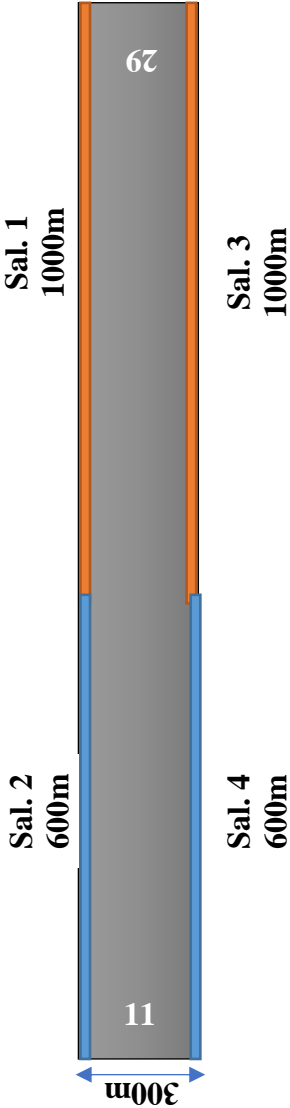
Periode Ulang	Probabilitas (Yt)	Frekuensi Faktor (K)	Curah Hujan Harian Rencana ( $X=X_r+K*S$ )
2	0.5	0	114.23
5	0.2	0.84	133.64
10	0.1	1.28	143.80
20	0.05	1.64	152.12
50	0.02	2.05	161.59
100	0.01	2.33	168.06
200	0.005	2.58	173.83
1000	0.001	3.09	185.62

Dari hasil perhitungan curah hujan, maka untuk menghitung debit banjir curah hujan yang dipakai yaitu hujan harian periode ulang 5 tahun, sebagai mana yang direkomendasikan FAA. Sebelumnya pada Bandara JB. Soedirman ini saluran dibagi 2 *section* karena kontur pada 0+000 adalah kontur tertinggi yaitu +47,5 dan terendah di 1+600 yaitu +43,3, saluran dibagi dua bagian yaitu 0+000 sampai 1+000 dan 1+000 sampai 1+600, elevasi pada 1+000 adalah +47,2.

Dari data-data diatas dilakukan perhitungan debit hidrologi yang terjadi dalam sisi udara bandara, yang akan dibandingkan dengan debit hidrolika yang terjadi dalam saluran yang direncanakan. Debit hidrolika harus lebih besar dari debit hidrologi agar saluran dapat menampung limpasan air yang terjadi pada sisi udara sehingga tidak terjadi genangan. Dalam perhitungan kecepatan saluran diambil menggunakan tabel *blablabla* yaitu sebesar 1,5 m/dt untuk saluran beton bertulang berikut tabel perhitungannya;

Tabel 4.25 Perencanaan Saluran Drainase

Saluran		L (m)	A (km <sup>2</sup> )	S	to (menit)	td (menit)	tc (menit)	I (mm/jam)	C	Cs	Q hidrologi (m <sup>3</sup> /detik)
1 dan 3 2 dan 4	0 - 1000	1000	0.15	0.0003	1913.971	41.66667	1955.637	133.64	0.45	0.989459	2.481
	1000 - 1600	600	0.24	0.0065	1148.382	25	1173.382	133.64	0.45	0.989459	3.970
				A sal (m <sup>2</sup> )	b sal (m)	h sal (m)	P sal (m)	R sal (m)	Q Hidrololika (m <sup>3</sup> /detik)	v sal (m/s)	U-DITCH Pakai
				1.68	1.2	1.4	4	0.42	2.520	1.5	1400x1200x1200
				2.96	1.6	1.85	5.3	0.5584906	4.440	1.5	1600x1850x1200



Gambar 4.12 Ilustrasi Drainase Bandara Udara JB.

#### **4.7 Perkerasan Lentur Sisi Udara**

Perencanaan perkerasan dalam studi ini menggunakan metode FAA, *Federal Aviation Administration* adalah metode yang pada dasarnya menggunakan analisa statistik perbandingan kondisi lokal dari tanah, sistem drainase dan cara pembebanan untuk berbagai tingkah laku beban, dimana topografi, jenis-jenis lapisan tanah serta evaluasi air tanah akan sangat berpengaruh terhadap kondisi yang dihadapi di lapangan, tetapi dalam hal merencanakan tebal perkerasan landasan pacu suatu bandar udara metode ini juga sangat memperhatikan *annual departure* (tingkat keberangkatan tahunan pesawat) dari pesawat yang akan direncanakan pada perencanaan suatu perkerasan bandar udara.

Berikut bagan alir dari perencanaan perkerasan lentur sisi udara menggunakan metode FAA;





**Gambar 4.13** Bagan Alir Perencanaan Perkerasan Lentur

#### 4.7.1 Menentukan Pesawat Rencana

Pemilihan pesawat rencana dalam studi ini adalah ATR 72-600 karena nantinya pesawat terbesar rencana yaitu pesawat komersial yang akan beroperasi yang mempunyai berat 50.705 lbs

#### 4.7.2 Menentukan *Single Gear Departure (R2)*

Setiap tipe pesawat mempunyai beragam roda pendaratan. Tetapi semuanya itu sudah dikelompokkan sesuai dengan

pembahasan sebelumnya. Pengelompokan ini berguna untuk keseragaman semua tipe roda pendaratan utama sehingga didapat total keseluruhan beban yang dialami perkerasan. Tipe roda pendaratan utama sangatlah menentukan dalam perencanaan guna mengetahui bagaimana berat pesawat dibagi bebannya kepada roda-roda dan diteruskan ke perkerasan, selanjutnya akan menentukan berapa tebal perkerasan yang mampu melayani berat keseluruhan pesawat.

**Tabel 4.26** Tabel Angka Keberangkatan yang Telah Dikonversi

No.	Tipe Pesawat	Forecast Annual Departure (a)	Faktor Konversi Roda Pendaratan Utama (b)	Single Gear Departure (a x b)
1	ATR 72-600	1922	0,6	1153,2

#### 4.7.3 Menghitung Beban Roda Pesawat (*Wheel Load, W2*)

Pendaratan (*landing*) maupun lepas landas (*take-off*) pesawat sangat bertumpu pada roda pendaratan belakang sehingga roda belakang benar-benar direncanakan harus mampu mendukung seluruh beban pesawat saat beroperasi. Roda depan hanya berfungsi penyeimbang gerakan pesawat pada saat bergerak.

Dengan kondisi inilah maka ICAO maupun FAA mengeluarkan suatu ketentuan pembebanan pesawat guna keseragaman perhitungan. Ketentuan itu dengan menganggap bahwa roda belakang sebagai roda pendaratan utama mengalami pembebanan sebesar 95% dari total berat total pesawat. Dengan demikian dapat dihitung *wheel load* dari setiap jenis pesawat yang direncanakan. Perhitungan ini dilakukan dengan persamaan 2-9:

- ATR 72-600  
MSTOW = 50.705 lbs  
A = 1  
B = 4  
W2 =  $0.95 \times 50.705 \times 1 \times 1/4$   
= **12.042,44 lbs**

#### 4.7.4 Menghitung Keberangkatan Tahun Ekivalen (R1)

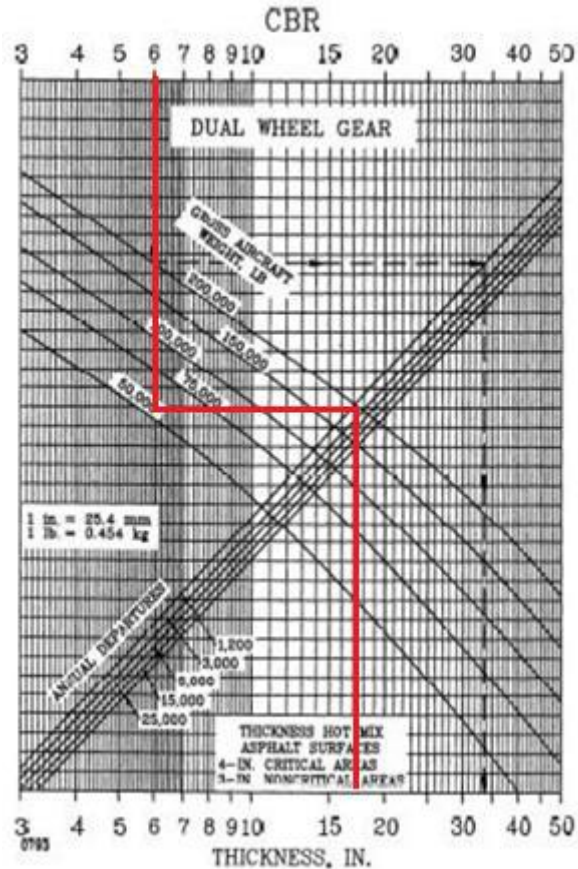
Untuk menghitung keberangkatan tahunan ekivalen pesawat dapat dihitung dengan persamaan sebagai berikut:

- ATR 72-600

$$\begin{aligned}\text{Log } R_1 &= \text{Log } R_2 \left[ \frac{W_2}{W_1} \right]^{1/2} \\ &= \text{Log } (1153,2) \left[ \frac{12.042,44}{12.042,44} \right]^{1/2} \\ &= 3,061904634 \\ R_1 &= (10)^{3,061904634} \\ R_1 &= 1153,2\end{aligned}$$

#### 4.7.5 Menentukan Tebal Perkerasan

Diketahui CBR tanah adalah 6%, berat kotor lepas landas pesawat rencana adalah 50.705 lbs dan keberangkatan tahunan ekivalen total adalah 1153,2. Maka dari grafik ini dapat ditentukan tebal perkerasan total.

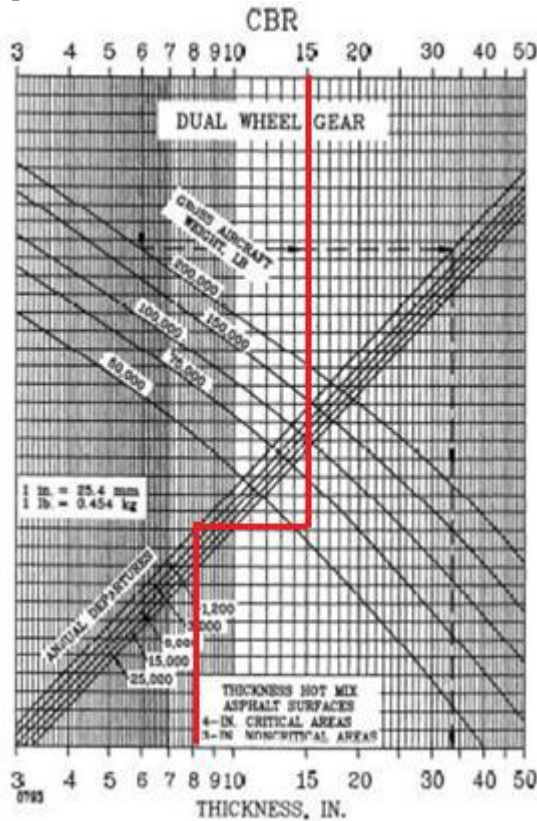


**Gambar 4.14** Kurva Perencanaan Tebal Perkerasan untuk *Dual Wheel Gear*

Dari grafik diatas, didapatkan tebal total perkerasan adalah 18in

- Menentukan Tebal Lapisan Pondasi Bawah (Sub base)  
Direnkanan untuk *subbase* menggunakan CBR 15.  
Kemudian dari grafik yang sama, dan dengan cara yang sama,

didapatkan jumlah tebal lapisan pondasi atas dan tebal lapisan minimum permukaan adalah 8inci.



**Gambar 4.15** Kurva Perencanaan Tebal Perkerasan untuk *Dual Wheel Gear*

Karena lapisan subbase berada di bawah lapisan permukaan dan lapisan *base*, maka didapat tebal lapisan *subbase* adalah;

$$\text{Tebal subbase} = \text{tebal total perkerasan} - (\text{tebal permukaan} + \text{base})$$

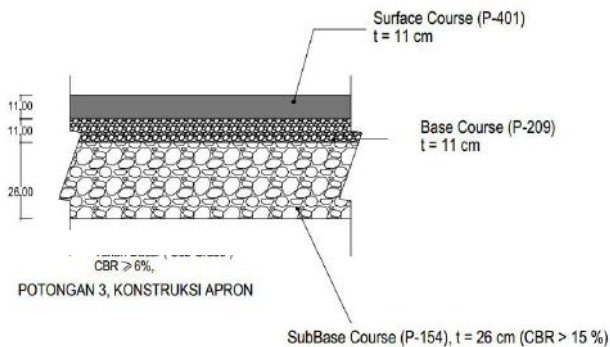
$$= 18 \text{ inci} - 8 \text{ inci}$$

$$= 10 \text{ inci}$$

- Menentukan Tebal Lapisan Permukaan (*surface*)  
Tebal Lapisan Permukaan Surface untuk area kritis menurut tabel adalah 4inci, maka direncanakan tebal *surface* 4 inci.
- Menentukan Tebal Lapisan Pondasi Atas (*Base Course*)  
Tebal lapisan pondasi (base)  $= 18 - 10 - 4$   
 $= 4 \text{ inci}$

**Tabel 4.27** Tabel Hasil Desain Perkerasan dengan Metode FAA (CBR 6)

Lapisan	Bahan yang Digunakan	Tebal Rencana	
		inci	cm
Permukaan ( <i>surface course</i> )	P-401	4	10,16 cm/11 cm
Pondasi ( <i>base course</i> )	P-209	4	10,16cm/11 cm
Pondasi bawah ( <i>subbase course</i> )	P-154	10	25,4/26 cm



**Gambar 4.16** Potongan melintang perkerasan

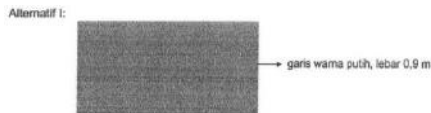
## 4.8 Marking Sisi Udara

Marking pada sisi udara sangatlah penting dilakukan dan dilaksanakan sesuai ketentuan yang ada sehingga kegiatan penerbangan khususnya waktu di bandar udara dan sekitarnya dapat berjalan lancar dan keselamatan penerbangan dapat terjaga. Di Indonesia sudah diatur dalam SNI 03-7095-2005 mengenai marka dan rambu pada daerah pergerakan pesawat udara di bandar udara sebagai standar wajib

### 4.8.1 Runway Marking

#### 4.8.1.1 Runway Side Stripe Marking

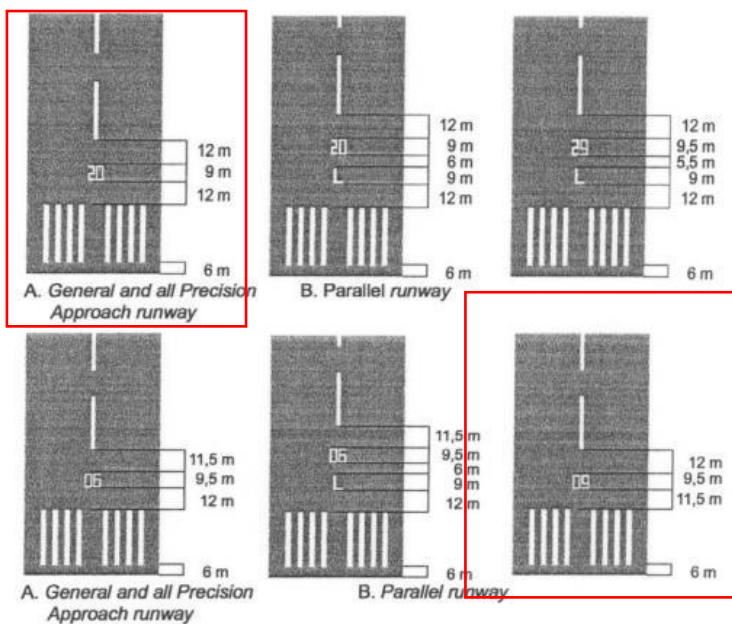
Garis berwarna putih di sepanjang tepi pada awal sampai akhir landasan pacu yang merupakan garis solid/tunggal atau terdiri dari serangkaian garis dengan lebar keseluruhan sama dengan garis solid/tunggal, dalam perencanaan lebar runway adalah 30m maka digunakan lebar garis 0,9 m untuk runway dengan lebar  $\geq 30$ m.



**Gambar 4.17** *Runway Side Stripe Marking*

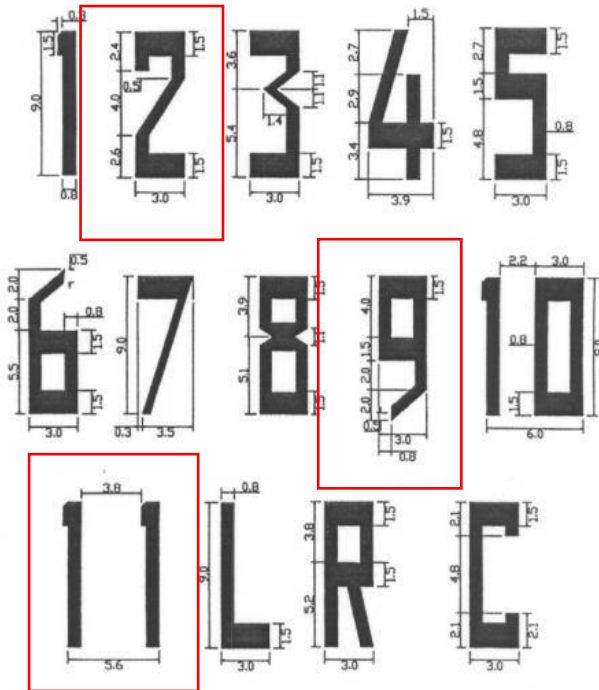
#### 4.8.1.2 Runway Designation Marking

Adalah tanda berwarna putih dalam bentuk 2 (dua) angka atau kombinasi 2 (dua) angka dan 1(satu) huruf tertentu yang ditulis di runway sebagai identitas runway. Fungsinya sebagai petunjuk arah runway yang dipergunakan untuk take off dari/atau landing. Letaknya berada di antara threshold dengan runway center line marking (lihat gambar 4.15). Bentuk dan ukuran dari angka dan huruf sebagaimana dimaksud sesuai dengan gambar 4.16



**Gambar 4.18** Letak runway designation marking

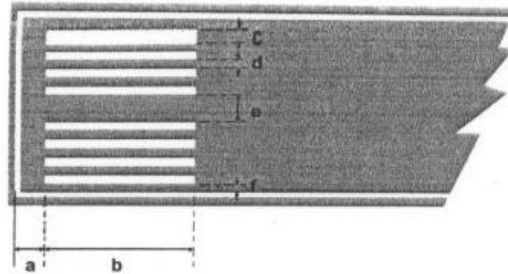




**Gambar 4.19** Bentuk dan ukuran runway designation marking (ukuran dalam meter)

#### 4.8.1.3 *Threshold Marking*

Adalah tanda berupa garis-garis putih sejajar dengan arah runway yang terletak di permulaan runway. Fungsinya sebagai tanda permulaan yang digunakan untuk pendaratan.



Keterangan:

a : Jarak stripe dari awal runway	= 6 m
b : Panjang stripe	= 30 m
c : Lebar stripe threshold	= 1,8 m
d : Jarak antar stripe pada sisi stripe	= 1,8 m
e : Jarak (celah) kedua sisi stripe (tidak kurang dari 2,6 m atau tidak lebih dari 3,6 m)	= 2,6 – 3,6 m
f : Jarak tepi luar stripe terhadap tepi dalam runway side stripe marking min 0,20 m	

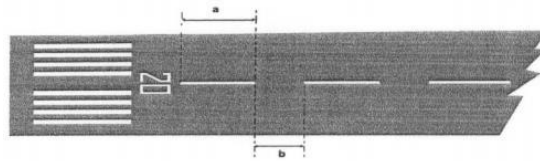
**Gambar 4.20** Bentuk Threshold Marking

Berdasarkan lebar runway 30m, maka jumlah stripe adalah 8 buah dan banyaknya celah 6 buah, dengan nilai  $f=0,5m$

#### 4.8.1.4 Runway Centre Line Marking

Adalah tanda berupa garis putus-putus berwarna putih yang letaknya di tengah-tengah sepanjang runway. Memiliki fungsi sebagai petunjuk garis tengah runway. Bentuk dan ukurannya sebagai berikut

- Runway centre line marking* terdiri dari garis dan celah
- Jumlah panjang stripe setiap garis dan celah tidak kurang dari 50m dan tidak boleh lebih dari 75m
- Panjang setiap garis sekurang-kurangnya harus sama dengan panjang celah atau minimum 30m, dipilih mana yang lebih panjang (lihat gambar 4.17)



Keterangan:

- Panjang  $a + b$  : 50 m s/d 75 m
- Lebar garis :
  - 1). Precision runway : 0,9 m (category ii & iii).
  - 2). Precision approach cat. 1 : 0,45 m
  - 3). Non instrument : 0,3 m
  - 4). Non precision runway : 0,45 m (code 3 & 4)
  - 5). Non precision runway : 0,3 m (code 1 & 2)

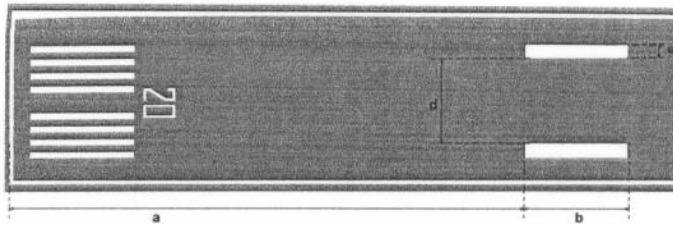
**Gambar 4 .21 Runway Centre Line Marking**

#### 4.8.1.5 Aiming Point Marking

Adalah tanda pada runway yang terdiri dari 2 (dua) buah garis lebar yang berwarna putih, memiliki fungsi untuk menunjukkan tempat pertama roda pesawat diharapkan menyentuh runway saat mendarat. Letak dan ukurannya dapat dilihat pada tabel 4.21;

**Tabel 4.28 Letak dan ukuran aiming point marking**

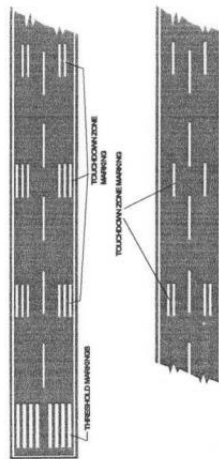
Lokasi dan Dimensi	Panjang Runway Kurang dari 800 m	Panjang Runway 800 m sampai dengan 1199 m	Panjang Runway 1200 m sampai dengan 2399 m	Panjang Runway 2400 m atau lebih
Jarak dari Threshold (a)	150 m	250 m	300 m	400 m
Panjang Stripe (panjang b)	30 m – 45 m	30 m – 45 m	45 m – 60 m	45 m – 60 m
Lebar (c)				
Jarak spasi antar stripe bagian dalam (d)	4 m	6 m	6 m – 10 m	6 m – 10 m
	6 m	9 m	16 m – 22,5 m	16 m – 22,5 m



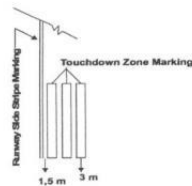
**Gambar 4.22** Bentuk aiming point marking

#### 4.8.1.6 Touchdown Zone Marking

Adalah tanda pada runway yang terdiri dari garis-garis berwarna putih berpasangan, di kiri-kanan garis tengah runway, memiliki fungsi menunjukkan panjang runway yang masih tersedia pada saat melakukan pendaratan, letaknya simetris pada kiri-kanan garis tengah runway.



**Gambar 7a**



**Gambar 7b**

Keterangan :	
- Panjang stripe	: 22,5 m
- Lebar stripe	: 3 m
- Jarak antar stripe	: 1,5 m
- Jarak dari threshold	: 150 m
- Jarak stripe dari pinggir runway	: 1,5 m
- Jarak antar touchdown	: 150 m

**Gambar 4.23** Bentuk dan jarak touchdown zone marking

**Tabel 4.29** Jumlah masing-masing pada touchdown zone markinga

<i>Landing distance available or the distance between threshold</i>	<i>Pair (s) of Marking</i>	<i>Jumlah Garis</i>
< 900 m	1	Satu
900 m – 1199 m	2	Dua, Satu
1200 m – 1499 m	3	Dua, Satu, Satu
1500 m – 2399 m	4	Dua, Dua, Satu, Satu
> 2400 m	6	Tiga, Tiga, Dua, Dua, Satu, Satu

*“Halaman ini sengaja dikosongkan.....”*

## **BAB V**

### **KESIMPULAN**

#### **5.1 Kesimpulan**

Adapun hal-hal yang dapat disimpulkan dari analisis perencanaan dan perhitungan dalam Tugas Akhir ini antara lain sebagai berikut;

1. Dari data skenario yang dilakukan oleh BAPPEDA Kab. Purbalingga melalui metode wawancara pada 2017, penumpang Bandara JB. Soedirman diperkirakan sejumlah 27,544 penumpang. Setelah dilakukan perhitungan peramalan permintaan angkutan udara pada Bandara JB. Soedirman diperkirakan 174,758 penumpang per-tahun pada tahun 2025.
2. Pada perhitungan yang sudah dilakukan oleh penulis didapatkan arah runway adalah 29 11. Untuk panjang dan lebar runway sebesar 1600m dan 30m dengan dilengkapi bahu landasan 6m. Untuk dimensi stopway direncanakan 60m x 30m. RESA direncanakan 90m x 60m. Direncanakan untuk lebar taxiway sebesar 15 m. Sementara luas apron yang dibutuhkan untuk parkir pesawat adalah 70 m x 85 m.
3. Untuk marka-marka yang dibutuhkan pada sisi udara dimensi/ukuran mengacu pada SNI 03-7095-2005 mengenai marka dan rambu pada daerah pergerakan pesawat udara di bandar udara.
4. Pada penetapan kawasan keselamatan operasional penerbangan untuk Bandara JB. Soedirman mengacu pada ICAO dan juga SNI 03-7112-2005 mengenai kawasan keselamatan operasi penerbangan.
5. Drainase sisi udara pada Bandara JB. Soedirman direncanakan menjadi 2 *section* menggunakan saluran U-DITCH dengan ukuran 1400x1200x1200, dan 1600x1850x1200.

6. Untuk rute yang memungkinkan dilayani pada Bandara JB. Soedirman nantinya. Direncanakan menggunakan 2 metode, yaitu metode perbandingan biaya operasional antar moda dan metode wawancara yang dilakukan oleh BAPPEDA Kab. Purbalinga dengan rute yang memungkinkan dengan tujuan Jakarta, Surabaya, Bandung, Semarang, dan Yogyakarta.
7. Tebal perkerasan total sisi udara yang dibutuhkan adalah 18inci atau 48cm

## **5.2 Saran**

Keterbatasan waktu yang ada menjadikan Tugas Akhir ini memberikan hasil yang kurang maksimal. Tugas Akhirini masih bisa dikembangkan lagi sebagai berikut:

1. Perhitungan penumpang pada Bandara JB. Soedirman masih bisa dikembangkan lagi ketika bandara nantinya sudah beroperasi, sehingga perhitungan tidak menggunakan variabel PDRB sebagai acuannya lagi.
2. Pada perencanaan geometrik sisi udara dalam perencanaan ini hanya menggunakan pesawat kritis yaitu ATR 72-600. Jika nanti menggunakan pesawat yang lebih besar dari itu maka diperlukan perencanaan lebih lanjut sebagai pengembangan Bandara JB. Soedirman.
3. Dalam merencanakan rute, penulis hanya merencanakan rute yang memungkinkan, jika dilakukan penelitian lebih lanjut diharapkan dapat menetapkan rute sesuai dengan ketentuan dan kebutuhan yang ada.



## DAFTAR PUSTAKA

- Basuki, H. (2008). **Merancang dan Merencana Lapangan Terbang.** *Alumni*, (1), 1–339.  
<https://doi.org/10.1007/s13398-014-0173-7.2>
- Delta Virtual Airline. (2015). **Delta Virtual - ATR 72.**
- Dinkominfo Purbalingga. (2009). **Tentang Purbalingga – Kabupaten Purbalingga.** Retrieved from <https://www.purbalinggakab.go.id/v1/tentang-purbalingga/>
- Horonjeff, R., McKelvey, F., Sproule, W., & Young, S. (2010). **Planning and Design of Airports. TRB Straight to Recording for All.** Retrieved from <http://books.google.com/books?hl=en&lr=&id=-uhsAwAAQBAJ&pgis=1>
- Institut, V. T. P. (2013). **5.2 Travel Time.**
- Megalita Rodiyani. (2015). **Karakteristik Statik, Sinamik dan Resitivitas Karakteristik Statik, Dinamik dan Resistivitas Analisis Potensi Pengoperasian Banda Udara Notohadinegoro Kabupaten Jember. Tesis.** MRT Departemen Teknik Sipil ITS
- Pikiran Rakyat. (2011). **Perajin Knalpot Purbalingga Tolak Pesanan Mercedes Benz – Pikiran Rakyat.** Retrieved November 7, 2017, from <http://www.pikiran-rakyat.com/ekonomi/2011/04/29/143362/perajin-knalpot-purbalingga-tolak-pesanan-mercedes-benz>
- Tamin, O. Z. (2000). **Perencanaan & Pemodelan.** Penerbit ITB.
- Tribun Jateng. (2017). **Begini Perkembangan Pembangunan Bandara Jenderal Besar Soedirman Purbalingga - Tribun Jateng.** Retrieved November 7, 2017, from <http://jateng.tribunnews.com/2017/01/08/begini-perkembangan-pembangunan-bandara-jenderal-besar-soedirman-purbalingga>

Wikipedia. (2016). **ATR 72**, ensiklopedia bebas.

## **LAMPIRAN**



DOSEN PEMBIMBING

Ir. Ervina Ahyudanari, ME, Ph.D

JUDUL TUGAS AKHIR

PERENCANAAN FASILITAS SISI  
UDARA DAN OPERASIONAL BANDAR  
UDARA JENDERAL BESAR SOEDIRMAN

NAMA MAHASISWA

M. YUANTO PERMANA

NRP

03111440000049

JUDUL GAMBAR

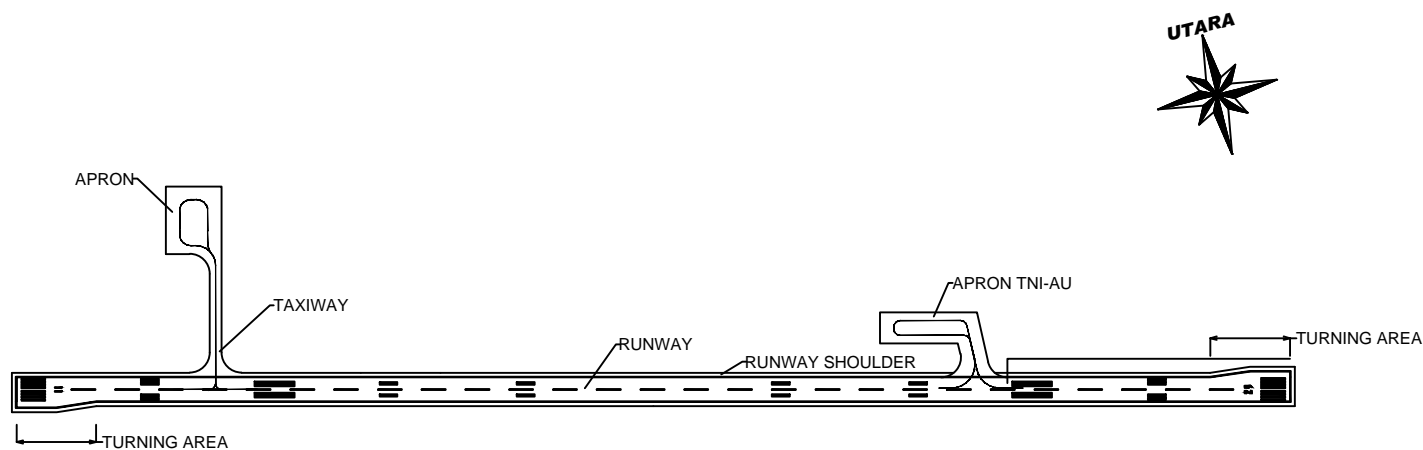
LAYUOT BANDARA  
JB. SOEDIRMAN

NO. GMB

SKALA

01

1 : 9500





DOSEN PEMBIMBING

Ir. Ervina Ahyudanari, ME, Ph.D

JUDUL TUGAS AKHIR

PERENCANAAN FASILITAS SISI  
UDARA DAN OPERASIONAL BANDAR  
UDARA JENDERAL BESAR SOEDIRMAN

NAMA MAHASISWA

M. YUANTO PERMANA

NRP

03111440000049

JUDUL GAMBAR

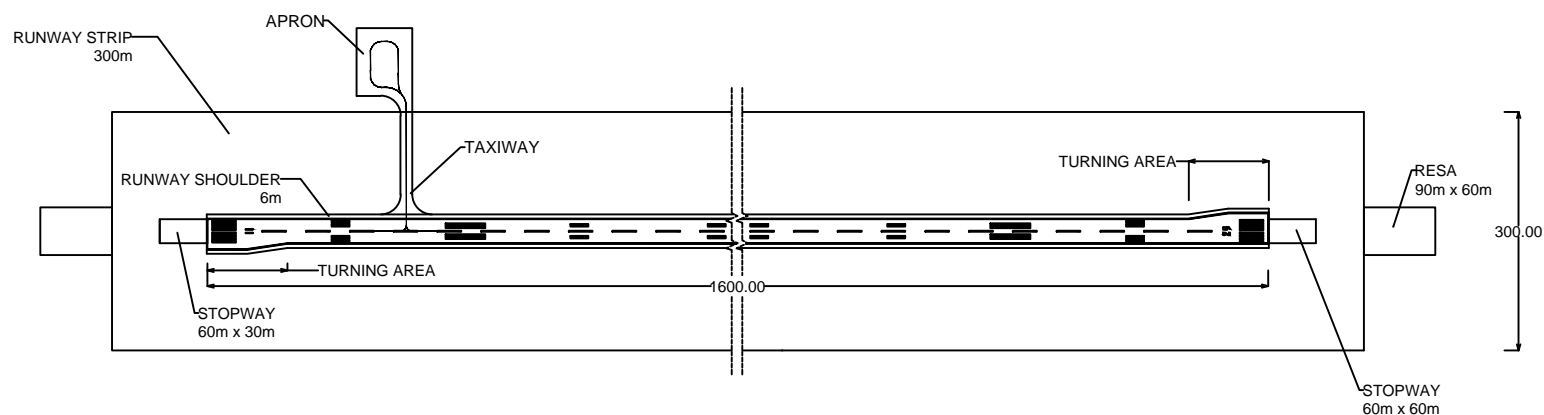
RUNWAY

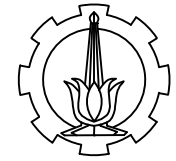
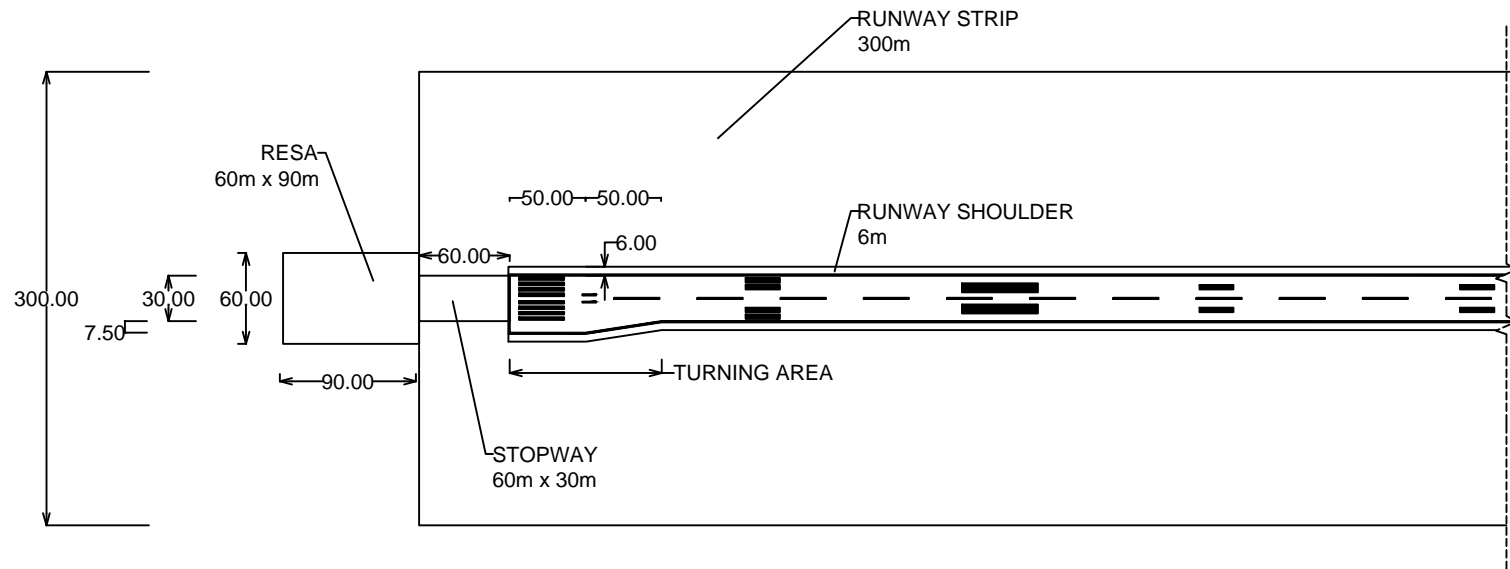
NO. GMB

SKALA

02

1 : 9500





DOSEN PEMBIMBING

Ir. Ervina Ahyudanari, ME, Ph.D

JUDUL TUGAS AKHIR

PERENCANAAN FASILITAS SISI  
UDARA DAN OPERASIONAL BANDAR  
UDARA JENDERAL BESAR SOEDIRMAN

NAMA MAHASISWA

M. YUANTO PERMANA

NRP

03111440000049

JUDUL GAMBAR

RUNWAY 2

NO. GMB

SKALA

03

1 : 5000





DOSEN PEMBIMBING

Ir. Ervina Ahyudanari, ME, Ph.D

JUDUL TUGAS AKHIR

PERENCANAAN FASILITAS SISI  
UDARA DAN OPERASIONAL BANDAR  
UDARA JENDERAL BESAR SOEDIRMAN

NAMA MAHASISWA

M. YUANTO PERMANA

NRP

03111440000049

JUDUL GAMBAR

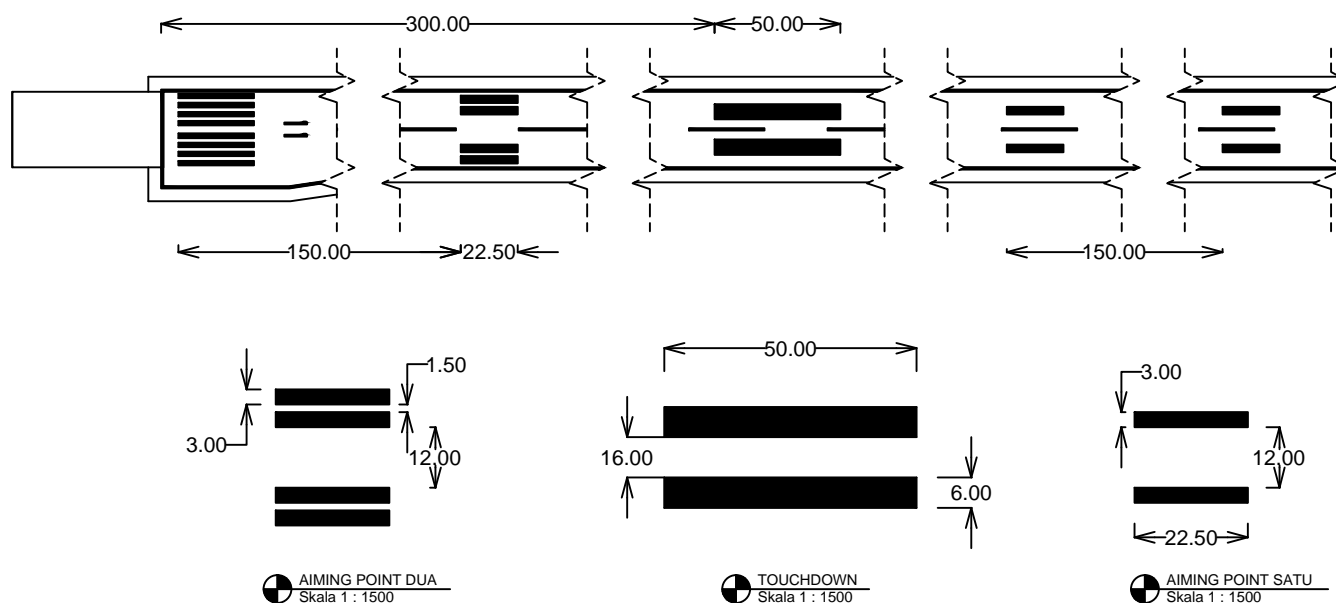
RUNWAY MARKING 2

NO. GMB

SKALA

05

1 : 3000







DOSEN PEMBIMBING

Ir. Ervina Ahyudanari, ME, Ph.D

JUDUL TUGAS AKHIR

PERENCANAAN FASILITAS SISI  
UDARA DAN OPERASIONAL BANDAR  
UDARA JENDERAL BESAR SOEDIRMAN

NAMA MAHASISWA

M. YUANTO PERMANA

NRP

03111440000049

JUDUL GAMBAR

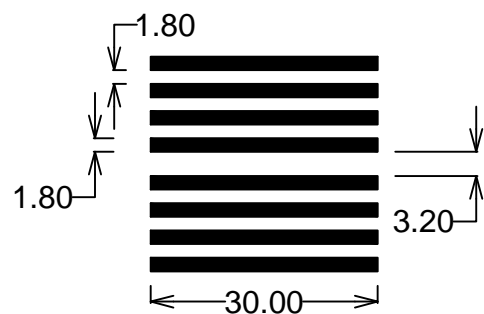
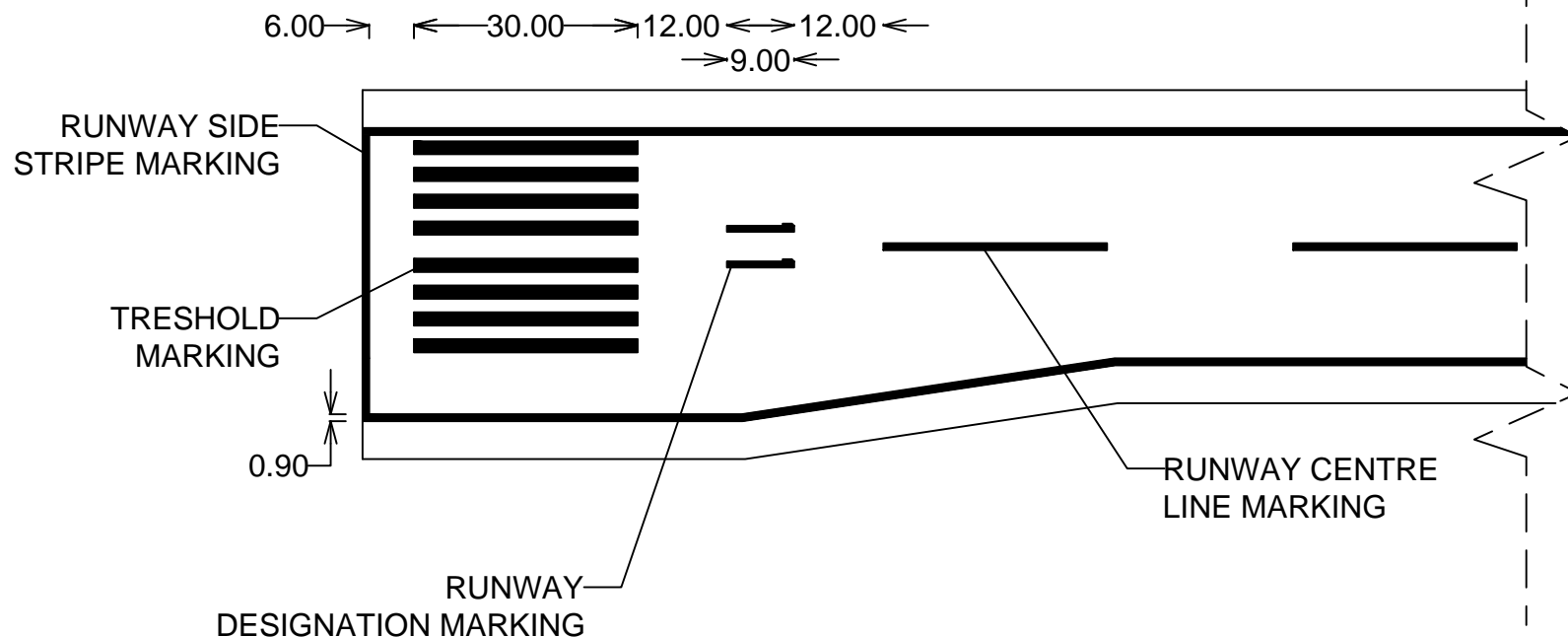
RUNWAY MARKING 1

NO. GMB

SKALA

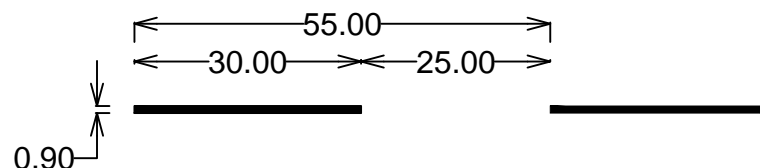
06

1 : 1000

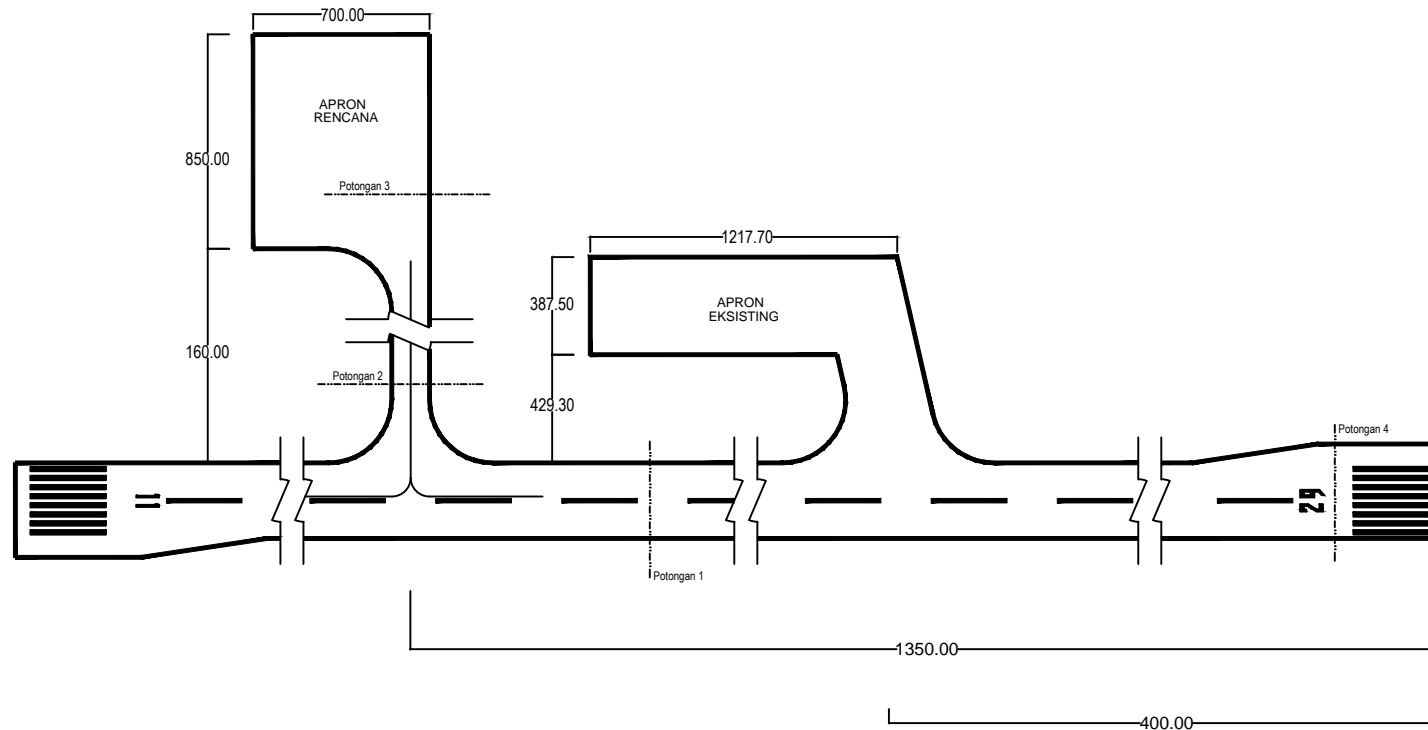


THRESHOLD  
Skala 1 : 1000

RUNWAY  
DESIGNATION  
Skala 1 : 1000



RUNWAY CENTRE LINE  
Skala 1 : 1000



DOSEN PEMBIMBING

Ir. Ervina Ahyudanari, ME, Ph.D

JUDUL TUGAS AKHIR

PERENCANAAN FASILITAS SISI  
UDARA DAN OPERASIONAL BANDAR  
UDARA JENDERAL BESAR SOEDIRMAN

NAMA MAHASISWA

M. YUANTO PERMANA

NRP

03111440000049

JUDUL GAMBAR

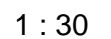
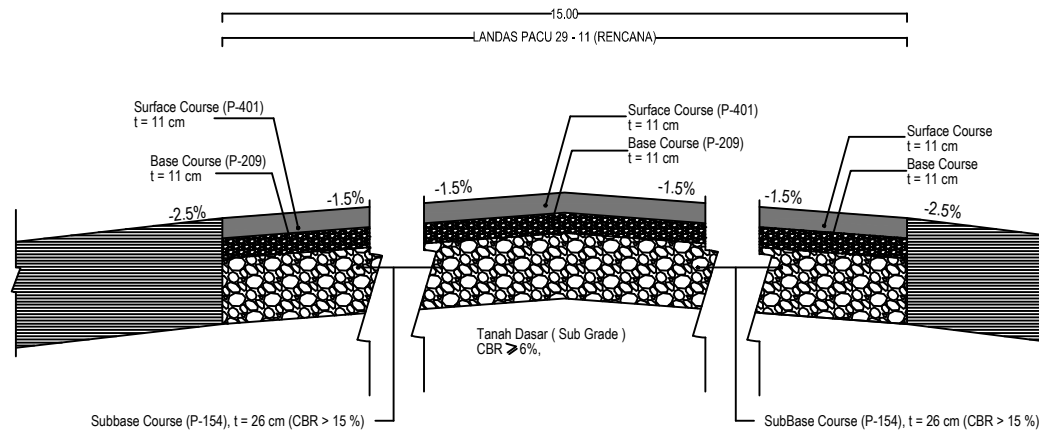
RENCANA PERKERASAN

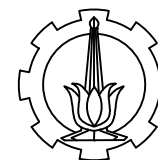
NO. GMB

SKALA

07

1 : 3000





DOSEN PEMBIMBING

Ir. Ervina Ahyudanari, ME, Ph.D

JUDUL TUGAS AKHIR

PERENCANAAN FASILITAS SISI  
UDARA DAN OPERASIONAL BANDAR  
UDARA JENDERAL BESAR SOEDIRMAN

NAMA MAHASISWA

M. YUANTO PERMANA

NRP

03111440000049

JUDUL GAMBAR

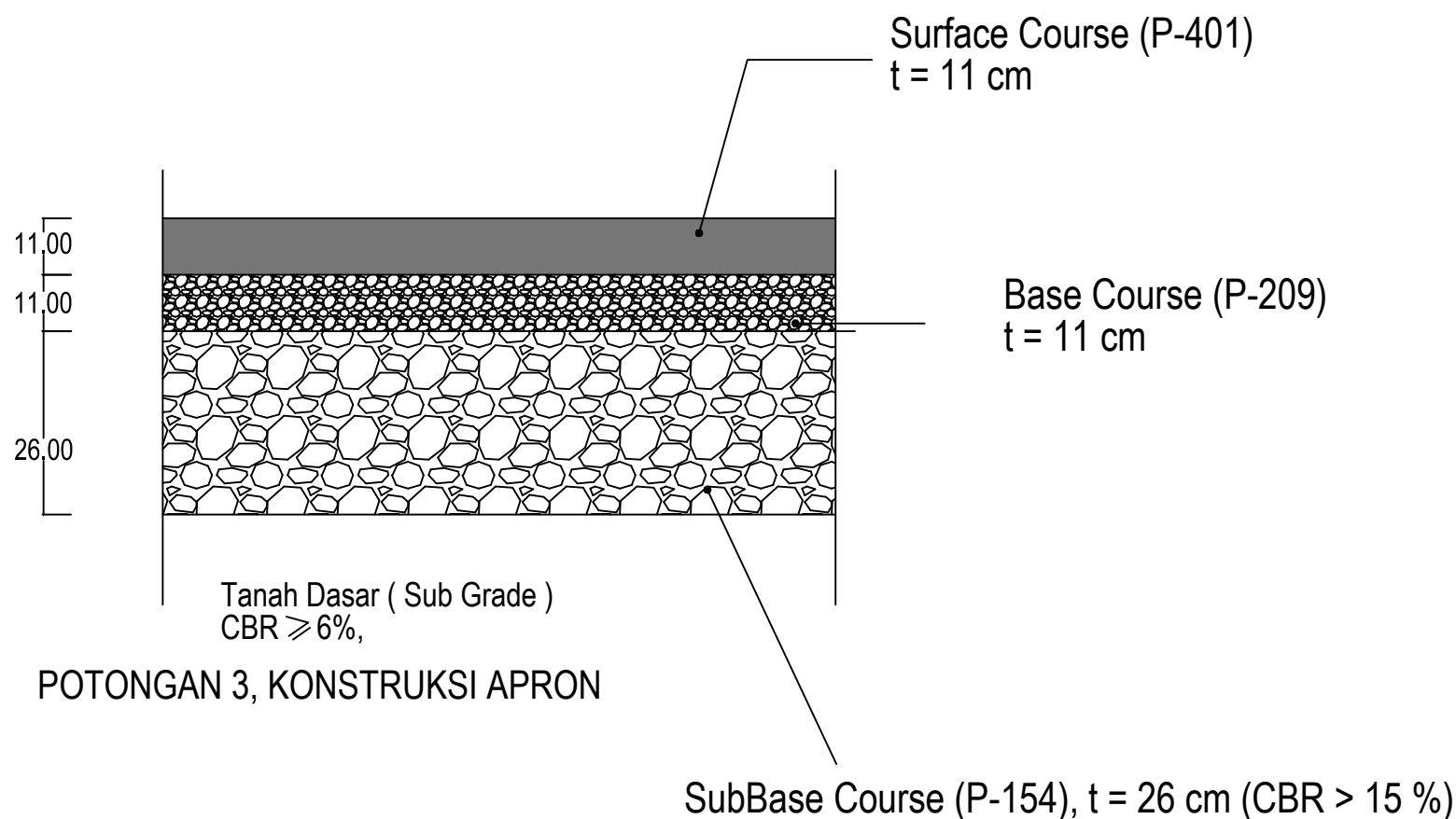
DETAIL PERKERASAN  
APRON

NO. GMB

SKALA

09

1 : 20





DOSEN PEMBIMBING

Ir. Ervina Ahyudanari, ME, Ph.D

JUDUL TUGAS AKHIR

PERENCANAAN FASILITAS SISI  
UDARA DAN OPERASIONAL BANDAR  
UDARA JENDERAL BESAR SOEDIRMAN

NAMA MAHASISWA

M. YUANTO PERMANA

NRP

03111440000049

JUDUL GAMBAR

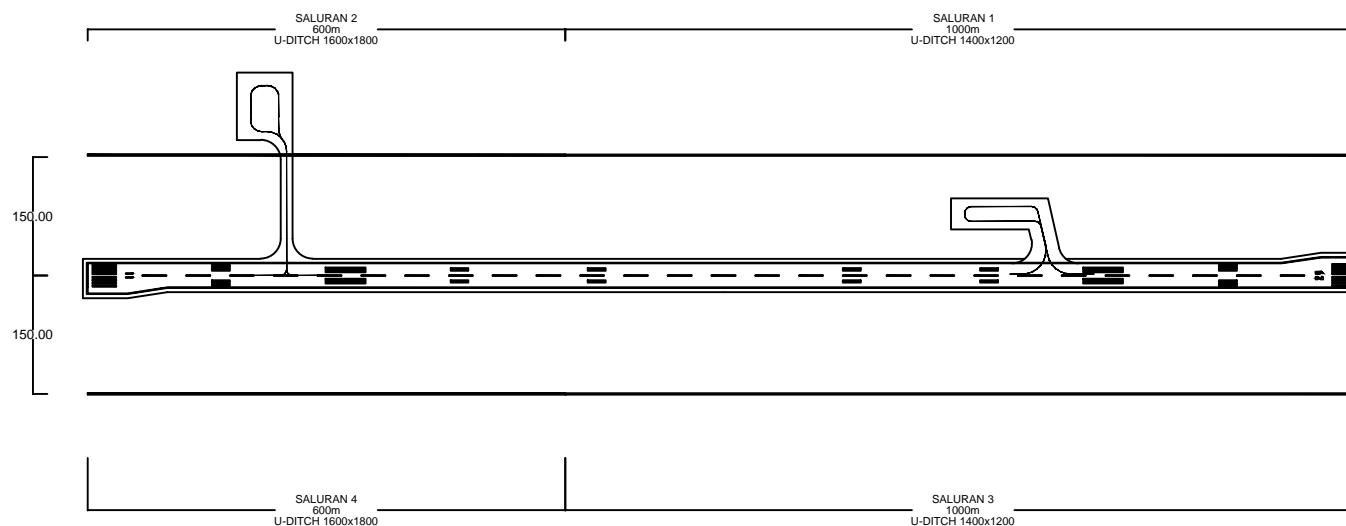
LAYUOT SALURAN  
DRAINASE

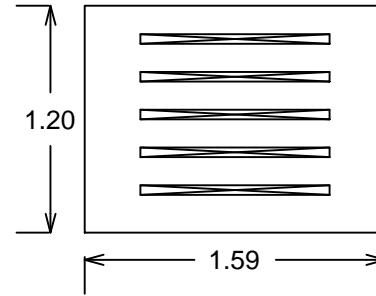
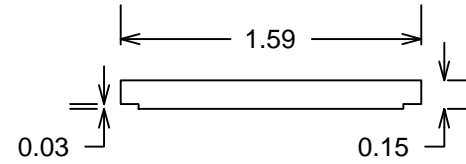
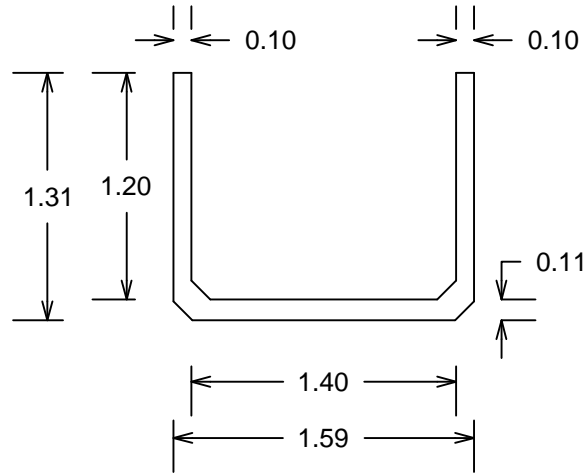
NO. GMB


SKALA

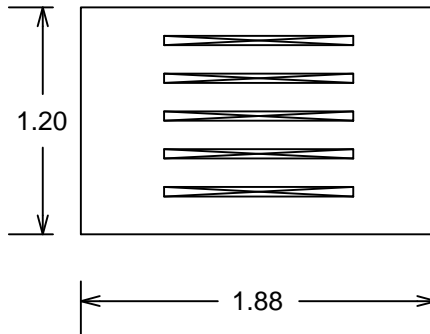
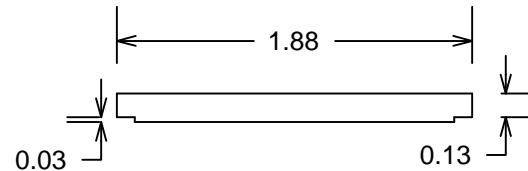
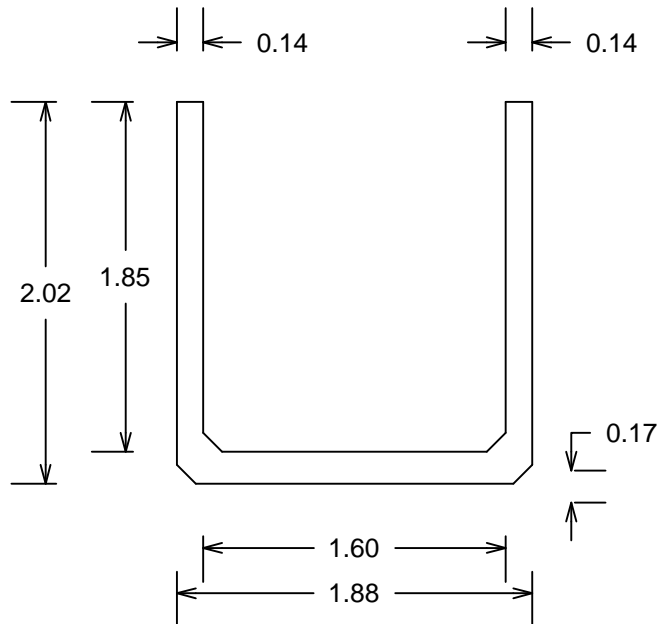
10


1 : 9500





 U-DITCH 1400x1200x1200



 U-DITCH 1600x1850x1200



DOSEN PEMBIMBING

Ir. Ervina Ahyudanari, ME, Ph.D

JUDUL TUGAS AKHIR

PERENCANAAN FASILITAS SISI  
UDARA DAN OPERASIONAL BANDAR  
UDARA JENDERAL BESAR SOEDIRMAN

NAMA MAHASISWA

M. YUANTO PERMANA

NRP

03111440000049

JUDUL GAMBAR

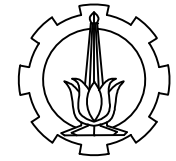
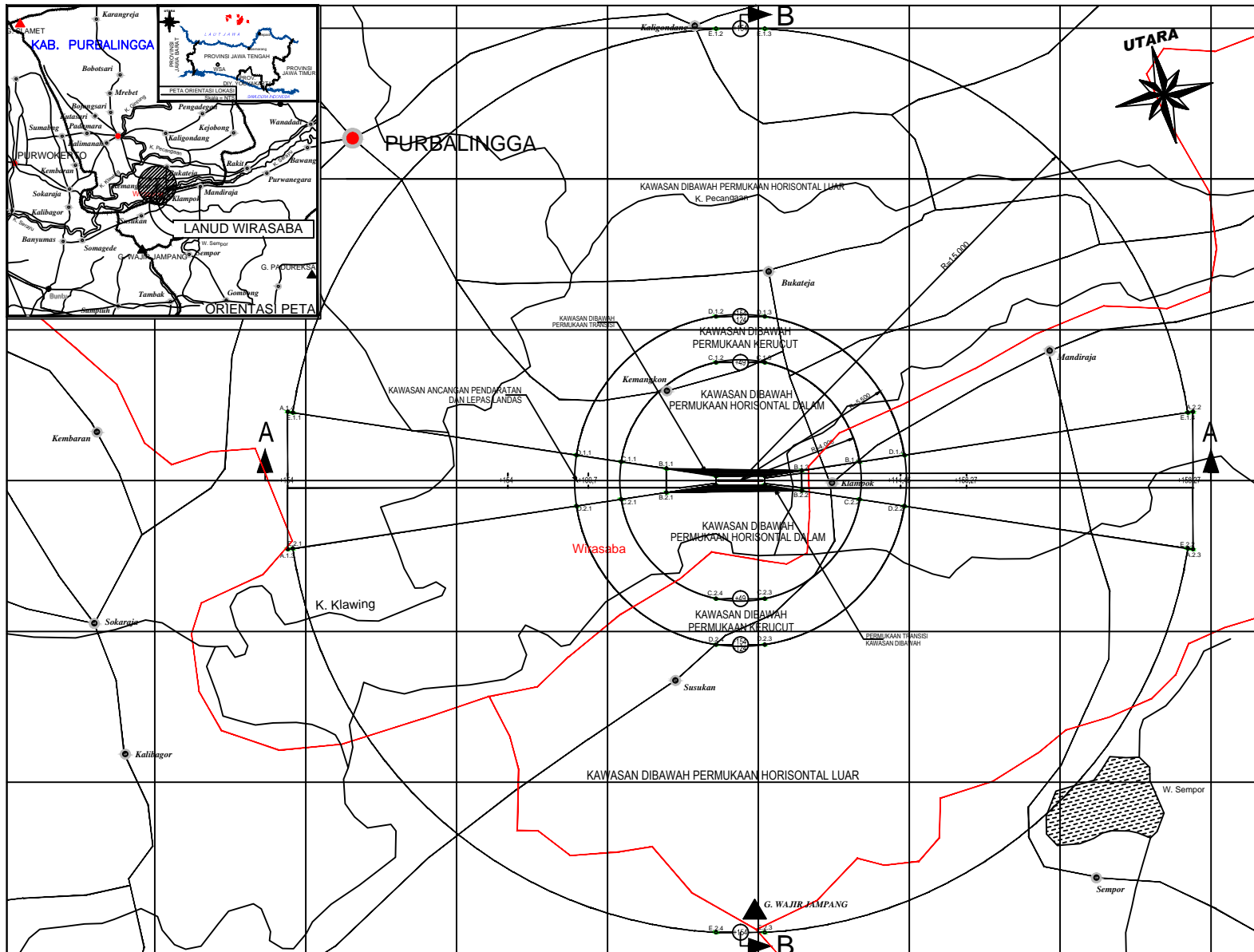
DETAIL SALURAN  
DRAINASE

NO. GMB

SKALA

11

1 : 40



DOSEN PEMBIMBING

Ir. Ervina Ahyudanari, ME, Ph.D

JUDUL TUGAS AKHIR

PERENCANAAN FASILITAS SISI  
UDARA DAN OPERASIONAL BANDAR  
UDARA JENDERAL BESAR SOEDIRMAN

NAMA MAHASISWA

M. YUANTO PERMANA

NRP

03111440000049

JUDUL GAMBAR

PETA KKOP

NO. GMB

SKALA

12

1 : 200.000



DOSEN PEMBIMBING

Ir. Ervina Ahyudanari, ME, Ph.D

JUDUL TUGAS AKHIR

PERENCANAAN FASILITAS SISI  
UDARA DAN OPERASIONAL BANDAR  
UDARA JENDERAL BESAR SOEDIRMAN

NAMA MAHASISWA

M. YUANTO PERMANA

NRP

03111440000049

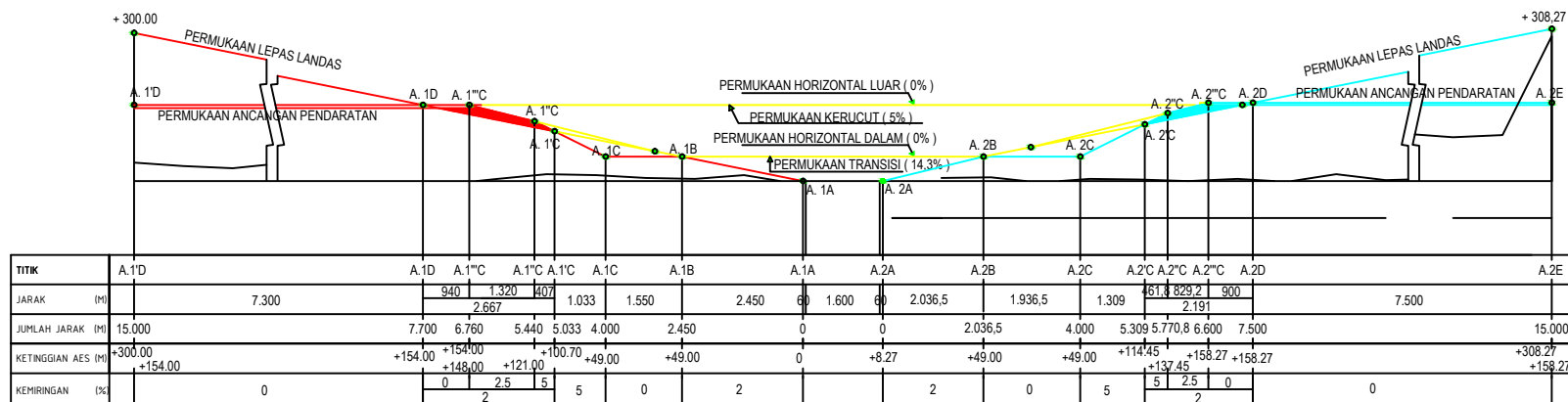
JUDUL GAMBAR

POTONGAN KKOP

NO. GMB

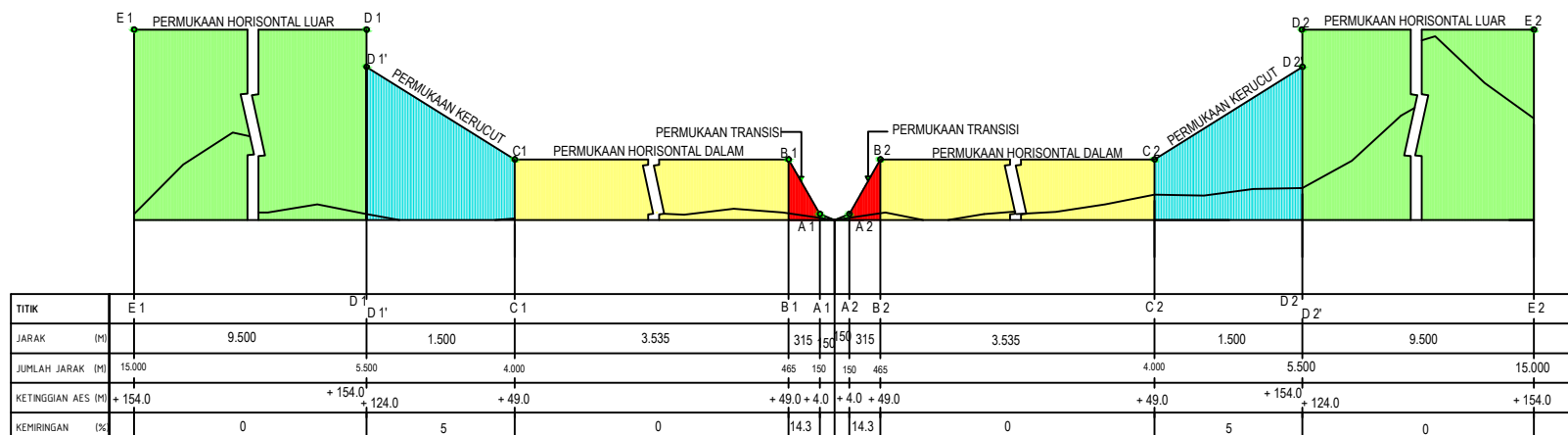
SKALA

13



**POTONGAN MEMANJANG A-A**

skala V 1 : 1.500 ; skala H 1 : 150.000



**POTONGAN MEMANJANG B-B**

skala V 1 : 3.000 ; skala H 1 : 75.000





DOSEN PEMBIMBING

Ir. Ervina Ahyudanari, ME, Ph.D

JUDUL TUGAS AKHIR

PERENCANAAN FASILITAS SISI  
UDARA DAN OPERASIONAL BANDAR  
UDARA JENDERAL BESAR SOEDIRMAN

NAMA MAHASISWA

M. YUANTO PERMANA

NRP

03111440000049

JUDUL GAMBAR

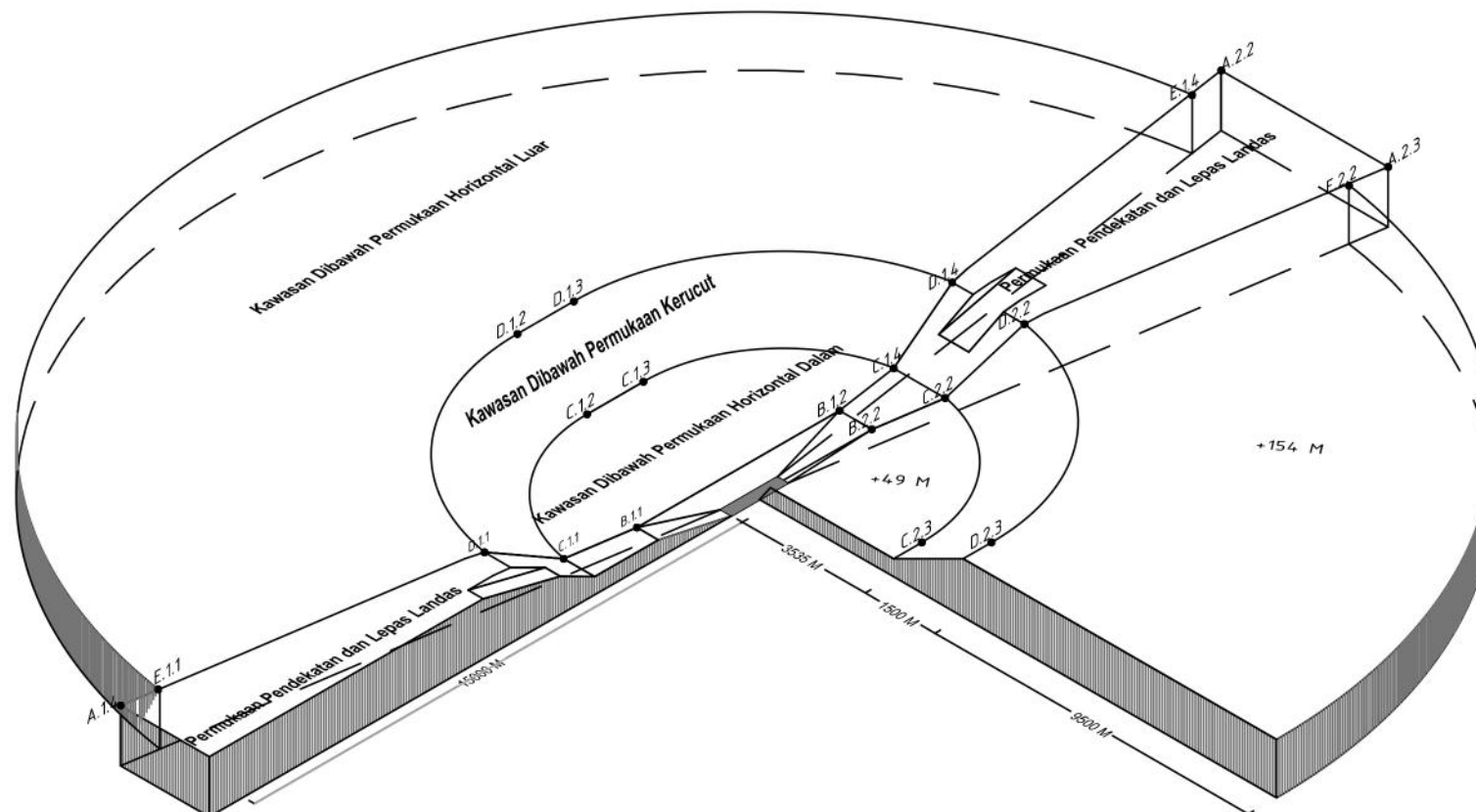
KKOP 3D

NO. GMB

SKALA

14

1 : 200.000



Tabel 1. Data Angin

Tahun	Bulan	Tanggal	Jam	Arah Angin	Kecepatan (knot)
2015	1	6	6	0	0
2015	1	6	7	0	0
2015	1	6	8	0	0
2015	1	6	9	0	0
2015	1	6	10	270	7
2015	1	7	6	0	0
2015	1	7	7	80	5
2015	1	7	8	110	5
2015	1	7	9	115	5
2015	1	7	10	260	5
2015	1	7	11	330	6
2015	1	16	7	30	5
2015	1	16	8	140	5
2015	1	16	9	40	5
2015	1	16	10	330	5
2015	1	26	7	40	5
2015	1	26	8	270	5
2015	1	26	9	260	5
2015	1	26	10	230	5
2015	1	26	11	250	7
2015	1	26	12	0	0
2015	1	27	7	0	0
2015	1	27	8	40	5
2015	1	27	9	100	5
2015	1	27	10	180	5
2015	1	27	11	260	5
2015	1	27	12	240	6
2015	2	11	6	0	0
2015	2	11	7	260	5

2015	2	11	8	300	5
2015	2	11	9	280	4
2015	2	11	10	330	2
2015	2	11	11	260	5
2015	2	11	12	250	7
2015	2	11	13	240	5
2015	2	11	14	310	5
2015	2	11	15	320	5
2015	2	11	16	300	5
2015	2	12	6	0	0
2015	2	12	7	0	0
2015	2	12	8	120	5
2015	2	12	9	80	4
2015	2	12	10	300	5
2015	2	12	11	240	11
2015	2	12	12	240	15
2015	2	12	13	280	5
2015	2	12	14	330	5
2015	2	12	15	360	5
2015	2	12	16	350	5
2015	2	23	6	120	8
2015	2	23	10	270	5
2015	2	23	11	220	5
2015	2	23	12	260	8
2015	3	3	7	0	0
2015	3	3	8	0	0
2015	3	3	9	240	5
2015	3	3	10	240	5
2015	3	6	7	0	0
2015	3	6	8	0	0
2015	3	6	9	0	0
2015	3	6	10	90	5
2015	3	6	11	120	5
2015	3	7	6	0	0

2015	3	7	7	90	5
2015	3	7	8	120	5
2015	3	7	9	0	0
2015	3	7	10	0	0
2015	3	8	6	140	5
2015	3	8	7	0	0
2015	3	8	1	190	4
2015	3	11	6	0	0
2015	3	11	7	0	0
2015	3	11	8	0	0
2015	3	11	9	230	5
2015	3	11	3	270	5
2015	3	12	7	250	4
2015	3	12	8	0	0
2015	3	12	9	310	4
2015	3	12	10	0	0
2015	3	13	7	110	5
2015	3	13	8	140	4
2015	3	13	9	0	0
2015	3	13	10	260	5
2015	3	15	11	290	5
2015	3	15	12	270	8
2015	3	15	13	270	10
2015	3	15	14	270	15
2015	3	16	7	0	0
2015	3	16	8	0	0
2015	3	16	9	230	6
2015	3	16	10	240	10
2015	3	16	11	210	10
2015	3	16	12	250	12
2015	3	16	13	240	14
2015	3	16	14	230	10
2015	3	17	6	0	0
2015	3	17	7	0	0

2015	3	17	8	270	4
2015	3	17	9	240	4
2015	3	17	10	300	5
2015	3	17	11	240	5
2015	3	17	12	230	6
2015	3	17	13	180	8
2015	3	17	14	200	10
2015	3	17	15	230	8
2015	3	17	16	50	5
2015	3	18	6	0	0
2015	3	18	7	300	3
2015	3	18	8	180	4
2015	3	18	9	210	2
2015	3	18	10	280	5
2015	3	18	11	280	5
2015	3	18	12	240	6
2015	3	18	13	270	10
2015	3	18	14	300	8
2015	3	18	15	250	8
2015	3	18	16	240	15
2015	3	18	17	180	15
2015	3	19	6	0	0
2015	3	19	7	0	0
2015	3	19	8	0	0
2015	3	19	9	0	0
2015	3	19	10	240	5
2015	3	19	11	190	4
2015	3	19	12	270	5
2015	3	19	13	210	15
2015	3	19	14	180	5
2015	3	19	15	220	5
2015	3	20	6	0	0
2015	3	20	7	120	3
2015	3	20	8	330	3

2015	3	20	9	10	3
2015	3	20	10	270	6
2015	3	20	11	180	12
2015	3	20	12	140	8
2015	3	20	13	140	8
2015	3	20	14	140	5
2015	3	20	15	40	3
2015	3	21	6	0	0
2015	3	21	7	0	0
2015	3	21	8	130	3
2015	3	21	9	270	4
2015	3	21	10	150	5
2015	3	21	11	150	4
2015	3	21	12	140	4
2015	3	21	13	80	10
2015	3	22	6	0	0
2015	3	22	7	0	0
2015	3	22	8	0	0
2015	3	22	9	280	4
2015	3	24	6	0	0
2015	3	24	7	0	0
2015	3	24	8	60	4
2015	3	24	12	260	5
2015	3	24	13	260	5
2015	4	2	6	0	0
2015	4	2	7	0	0
2015	4	2	8	270	5
2015	4	2	9	270	4
2015	4	6	6	0	0
2015	4	6	7	0	0
2015	4	6	8	130	5
2015	4	6	9	330	5
2015	4	6	10	270	2
2015	4	6	11	270	5

2015	4	6	12	260	3
2015	4	6	13	130	10
2015	4	6	14	100	10
2015	4	6	15	120	5
2015	4	6	16	130	4
2015	4	7	8	0	0
2015	4	7	9	0	0
2015	4	7	10	120	5
2015	4	7	11	270	5
2015	4	7	12	260	5
2015	4	7	13	240	4
2015	4	7	14	120	5
2015	4	7	15	110	10
2015	4	7	16	120	15
2015	4	8	6	0	0
2015	4	8	7	0	0
2015	4	8	8	0	0
2015	4	8	9	230	4
2015	4	8	10	330	5
2015	4	8	11	330	5
2015	4	8	12	100	10
2015	4	8	13	80	10
2015	4	8	14	90	10
2015	4	8	15	120	8
2015	4	8	16	110	5
2015	4	9	6	0	0
2015	4	9	7	210	13
2015	4	9	8	180	11
2015	4	9	9	30	3
2015	4	9	10	150	5
2015	4	9	11	210	3
2015	4	9	12	300	5
2015	4	10	7	80	3
2015	4	10	8	90	5

2015	4	10	9	100	5
2015	4	10	10	110	5
2015	4	10	11	100	10
2015	4	10	12	80	10
2015	4	10	13	90	5
2015	4	10	14	110	8
2015	4	10	15	130	8
2015	4	10	16	130	8
2015	4	13	7	90	4
2015	4	13	8	110	4
2015	4	13	9	120	4
2015	4	13	10	100	5
2015	4	13	11	150	6
2015	4	13	12	120	8
2015	4	13	13	270	10
2015	4	13	14	280	10
2015	4	13	15	90	5
2015	4	13	16	90	5
2015	4	14	7	0	0
2015	4	14	8	150	4
2015	4	14	9	120	5
2015	4	14	10	170	8
2015	4	14	11	180	8
2015	4	14	12	180	10
2015	4	14	13	190	5
2015	4	14	14	170	10
2015	4	14	15	110	12
2015	4	14	16	100	10
2015	4	17	7	0	0
2015	4	17	8	100	5
2015	4	17	9	90	5
2015	4	17	10	80	4
2015	4	17	11	90	4
2015	4	17	12	120	5



2015	4	17	13	330	10
2015	4	17	14	300	10
2015	4	20	6	0	0
2015	4	20	7	0	0
2015	4	20	8	110	5
2015	4	20	9	240	5
2015	4	20	11	260	5
2015	4	22	7	0	0
2015	4	22	8	120	5
2015	4	22	9	130	3
2015	4	22	10	150	5
2015	4	22	11	260	5
2015	4	22	12	280	5
2015	4	23	7	0	0
2015	4	23	8	0	0
2015	4	23	9	270	5
2015	4	23	10	250	5
2015	4	23	11	200	5
2015	4	23	12	240	5
2015	4	23	13	230	5
2015	4	23	14	200	7
2015	4	23	15	200	7
2015	4	23	16	360	10
2015	4	24	7	0	0
2015	4	24	8	110	3
2015	4	24	9	100	5
2015	4	24	10	0	0
2015	4	24	11	230	5
2015	4	24	12	270	6
2015	4	24	13	240	5
2015	4	24	14	240	10
2015	4	24	15	240	10
2015	4	24	16	240	10
2015	4	24	17	250	5

2015	4	27	7	330	4
2015	4	27	8	360	5
2015	4	27	9	340	5
2015	4	28	6	0	0
2015	4	28	7	0	0
2015	4	28	8	0	0
2015	4	28	9	0	0
2015	4	28	10	180	5
2015	4	28	11	170	5
2015	4	28	12	180	8
2015	4	28	13	270	10
2015	4	28	14	190	5
2015	4	28	15	180	5
2015	4	28	16	180	5
2015	4	29	6	90	5
2015	4	29	7	110	4
2015	4	29	8	120	5
2015	4	29	9	110	5
2015	4	29	10	180	5
2015	4	29	11	180	5
2015	4	29	12	230	5
2015	5	4	8	0	0
2015	5	4	9	0	0
2015	5	4	10	0	0
2015	5	4	11	120	5
2015	5	4	12	130	5
2015	5	4	13	180	5
2015	5	4	14	190	10
2015	5	7	6	80	5
2015	5	7	7	110	5
2015	5	7	8	110	5
2015	5	7	9	60	3
2015	5	7	10	80	5
2015	5	7	11	120	10

2015	5	8	6	0	0
2015	5	8	7	190	3
2015	5	8	8	320	4
2015	5	8	9	330	5
2015	5	8	10	110	4
2015	5	8	11	140	10
2015	5	8	12	200	5
2015	5	8	13	200	5
2015	5	18	6	0	0
2015	5	18	7	270	4
2015	5	18	8	90	3
2015	5	18	9	300	3
2015	5	18	10	0	0
2015	5	18	11	120	5
2015	5	18	12	130	5
2015	5	18	13	140	5
2015	5	18	14	90	2
2015	5	19	6	0	0
2015	5	19	7	0	0
2015	5	19	8	0	0
2015	5	19	9	270	4
2015	5	19	10	300	4
2015	5	19	11	280	5
2015	5	19	12	180	6
2015	5	19	13	130	6
2015	5	21	6	0	0
2015	5	21	7	0	0
2015	5	21	8	100	5
2015	5	21	9	10	4
2015	5	21	10	150	3
2015	5	21	11	210	3
2015	5	21	12	180	3
2015	5	22	6	0	0
2015	5	22	7	130	3

2015	5	22	8	120	4
2015	6	9	6	0	0
2015	6	9	7	0	0
2015	6	9	8	60	4
2015	6	9	9	210	5
2015	7	22	12	160	5
2015	7	22	13	260	5
2015	7	23	8	60	3
2015	7	23	9	360	4
2015	7	23	10	70	2
2015	7	27	6	140	4
2015	7	27	7	0	0
2015	7	27	8	100	4
2015	7	27	9	130	3
2015	7	27	10	360	5
2015	7	27	11	10	4
2015	7	27	12	330	4
2015	7	27	13	170	5
2015	7	28	9	130	5
2015	8	3	6	0	0
2015	8	3	7	90	5
2015	8	3	8	60	4
2015	8	3	9	30	4
2015	8	3	10	160	3
2015	8	3	11	150	10
2015	8	4	7	0	0
2015	8	4	8	0	0
2015	8	4	9	140	3
2015	8	5	7	50	4
2015	8	5	8	90	4
2015	8	5	9	0	0
2015	8	7	7	0	0
2015	8	10	7	0	0
2015	8	13	8	0	0

2015	8	16	9	50	5
2015	8	12	7	0	0
2015	8	12	8	0	0
2015	8	12	9	130	6
2015	9	3	6	0	0
2015	9	3	7	50	5
2015	9	3	8	0	0
2015	9	29	7	60	4
2015	9	29	8	80	5
2015	9	29	9	280	3
2015	9	29	10	70	5
2015	10	6	7	0	0
2015	10	6	8	100	5
2015	10	6	9	30	5
2015	10	6	10	150	10
2015	10	6	11	110	10
2015	10	6	12	100	18
2015	10	6	13	130	8
2015	10	6	14	120	15
2015	10	6	15	130	15
2015	10	22	6	80	3
2015	10	22	7	120	4
2015	10	22	8	300	4
2015	10	22	9	150	5
2015	10	26	6	110	3
2015	10	26	7	130	5
2015	10	26	8	70	8
2015	10	26	9	60	5
2015	10	26	10	30	8
2015	10	26	12	270	8
2015	10	27	6	80	4
2015	10	27	7	70	4
2015	10	27	8	120	3
2015	10	27	9	180	5

2015	10	27	10	220	4
2015	10	27	11	210	5
2015	10	27	12	350	5
2015	10	28	6	0	0
2015	10	28	7	0	0
2015	10	28	8	0	0
2015	10	28	9	240	5
2015	10	28	10	270	5
2015	10	28	11	240	8
2015	11	10	6	0	0
2015	11	10	7	100	4
2015	11	10	8	300	4
2015	11	25	6	0	0
2015	11	25	7	0	0
2015	11	25	8	270	4
2015	11	25	9	280	4
2015	11	25	10	180	7
2015	11	25	11	180	10
2015	11	25	12	120	10
2015	11	25	14	30	5
2015	11	25	15	20	5
2015	11	26	6	0	0
2015	11	26	7	0	0
2015	11	26	8	0	0
2015	11	26	9	240	5
2015	11	26	10	270	4
2015	11	26	11	300	5
2015	11	26	12	240	6
2015	11	26	13	230	5
2015	11	26	14	100	15
2015	11	26	15	150	5
2015	11	27	5	0	0
2015	11	27	6	0	0
2015	11	27	7	80	4

2015	11	27	8	0	0
2015	11	27	9	0	0
2015	11	27	10	0	0
2015	11	27	11	250	3
2015	11	27	12	210	5
2015	11	27	13	280	6
2015	11	27	14	270	4
2015	11	27	15	270	8
2015	11	28	6	0	0
2015	11	28	7	0	0
2015	11	28	8	0	0
2015	11	28	9	120	4
2015	11	28	10	170	3
2015	11	28	11	150	8
2015	11	28	12	0	0
2015	11	28	13	190	5
2015	11	28	14	150	5
2015	11	28	15	120	5
2015	12	18	6	0	0
2015	12	18	7	120	2
2015	12	18	8	140	4
2015	12	18	9	0	0
2015	12	18	10	0	0
2015	12	19	7	0	0
2015	12	19	8	0	0
2015	12	19	9	150	3
2015	12	19	10	300	3
2015	12	19	11	240	5
2015	12	19	12	150	3
2015	12	20	7	0	0
2015	12	20	8	240	3
2015	12	20	9	0	0
2015	12	20	10	20	4
2015	12	20	11	0	0

2015	12	20	12	30	4
2015	12	20	13	30	4
2015	12	21	6	120	5
2015	12	21	7	120	4
2015	12	21	8	140	10
2015	12	21	13	90	5
2015	12	22	6	0	0
2015	12	22	7	0	0
2015	12	22	8	0	0
2015	12	22	9	180	3
2016	1	5	7	150	3
2016	1	5	8	0	0
2016	1	13	6	0	0
2016	1	13	7	0	0
2016	1	13	8	100	3
2016	1	13	9	0	0
2016	1	13	10	240	5
2016	1	13	11	270	5
2016	1	13	12	180	10
2016	1	13	13	350	13
2016	1	14	7	0	0
2016	1	14	8	80	3
2016	1	14	9	0	0
2016	1	15	7	110	2
2016	1	15	8	140	4
2016	1	20	6	0	0
2016	1	20	7	0	0
2016	1	20	8	0	0
2016	1	20	9	0	0
2016	1	20	10	270	5
2016	1	20	11	160	5
2016	1	20	12	220	6
2016	1	20	13	240	4
2016	1	20	14	250	5



2016	1	20	15	330	5
2016	1	21	6	90	3
2016	1	21	7	120	3
2016	1	21	8	120	3
2016	1	21	9	300	3
2016	1	21	10	90	4
2016	1	21	11	70	4
2016	1	22	7	0	0
2016	1	26	7	0	0
2016	1	27	7	90	5
2016	2	1	7	0	0
2016	2	4	7	90	5
2016	2	5	7	0	0
2016	2	9	7	0	0
2016	2	12	7	0	0
2016	2	17	6	0	0
2016	2	17	7	0	0
2016	2	17	8	0	0
2016	2	17	9	0	0
2016	2	18	7	0	0
2016	2	18	8	170	3
2016	2	18	9	0	0
2016	2	18	10	250	4
2016	2	19	7	130	3
2016	3	7	6	0	0
2016	3	7	7	0	0
2016	3	7	8	90	3
2016	3	7	9	90	4
2016	3	7	10	90	4
2016	3	7	11	180	5
2016	3	8	6	0	0
2016	3	10	6	0	0
2016	3	10	7	0	0
2016	3	10	8	110	3

2016	3	10	9	0	0
2016	3	10	10	0	0
2016	3	10	11	270	5
2016	3	10	12	330	4
2016	3	11	7	160	6
2016	3	18	7	0	0
2016	3	21	7	0	0
2016	3	22	7	160	4
2016	3	30	6	160	6
2016	3	30	7	30	6
2016	3	30	8	90	3
2016	3	30	9	170	5
2016	3	30	10	130	4
2016	3	31	6	0	0
2016	3	31	7	0	0
2016	3	31	8	90	5
2016	3	31	9	90	4
2016	4	4	7	330	3
2016	4	4	8	0	0
2016	4	4	9	80	3
2016	4	4	10	120	3
2016	4	4	11	190	5
2016	4	9	6	0	0
2016	4	9	7	0	0
2016	4	9	8	0	0
2016	4	11	7	0	0
2016	4	11	8	0	0
2016	4	12	7	0	0
2016	4	12	8	90	5
2016	4	12	9	270	5
2016	4	12	10	280	5
2016	4	12	11	280	10
2016	4	12	12	290	10
2016	4	13	7	0	0

2016	4	13	8	10	3
2016	4	13	9	150	3
2016	4	13	10	160	9
2016	4	18	7	0	0
2016	4	18	8	0	0
2016	4	18	9	0	0
2016	4	18	10	180	3
2016	4	18	11	200	5
2016	4	18	12	160	8
2016	4	18	13	170	8
2016	4	18	14	180	8
2016	4	18	15	180	6
2016	4	19	6	0	0
2016	4	19	7	0	0
2016	4	19	8	0	0
2016	4	19	9	270	5
2016	4	19	10	260	4
2016	4	19	11	0	0
2016	4	27	6	0	0
2016	4	27	7	0	0
2016	4	27	8	0	0
2016	4	27	9	40	3
2016	4	27	10	0	0
2016	4	27	11	300	4
2016	4	27	12	180	4
2016	5	1	6	0	0
2016	5	1	7	70	3
2016	5	1	8	110	5
2016	5	1	9	150	5
2016	5	1	10	0	0
2016	5	3	6	0	0
2016	5	3	7	0	0
2016	5	3	8	120	4
2016	5	3	9	270	5

2016	5	3	10	240	5
2016	5	3	11	200	5
2016	5	3	12	30	5
2016	5	3	13	20	5
2016	5	3	14	150	2
2016	5	4	7	0	0
2016	5	4	8	0	0
2016	5	4	9	90	5
2016	5	4	10	110	5
2016	5	4	11	100	5
2016	5	4	12	100	4
2016	5	4	13	330	4
2016	5	4	14	300	7
2016	5	5	7	280	14
2016	5	23	6	0	0
2016	5	23	7	120	3
2016	5	23	8	0	0
2016	5	23	9	0	0
2016	5	23	10	210	3
2016	5	23	11	150	5
2016	5	23	12	340	5
2016	5	23	13	330	4
2016	5	26	6	0	0
2016	5	26	7	0	0
2016	5	26	8	0	0
2016	5	26	9	320	4
2016	5	26	10	260	3
2016	5	26	11	120	4
2016	5	26	13	280	4
2016	5	26	14	270	2
2016	5	26	15	50	3
2016	6	14	6	0	0
2016	6	14	7	0	0
2016	6	14	8	0	0

2016	6	14	9	0	0
2016	6	15	7	0	0
2016	6	15	9	0	0
2016	6	15	9	200	3
2016	6	28	6	0	0
2016	6	28	7	0	0
2016	6	28	8	80	4
2016	6	28	9	120	3
2016	6	28	10	0	0
2016	6	28	11	0	0
2016	6	28	12	0	0
2016	6	29	6	0	0
2016	6	29	7	0	0
2016	6	29	8	0	0
2016	7	2	6	130	3
2016	7	2	7	80	2
2016	7	2	8	0	0
2016	7	2	9	0	0
2016	7	2	10	110	2
2016	7	2	11	240	6
2016	8	11	6	90	3
2016	8	11	7	90	3
2016	8	11	8	120	4
2016	8	11	9	120	3
2016	8	11	10	130	4
2016	8	11	11	150	4
2016	8	11	12	140	3
2016	8	18	6	40	2
2016	8	18	7	0	0
2016	8	18	8	120	2
2016	8	18	9	0	0
2016	8	18	10	20	4
2016	8	18	11	210	5
2016	8	18	12	140	10

2016	8	18	13	120	8
2016	8	20	7	0	0
2016	8	20	8	0	0
2016	8	20	9	90	5
2016	8	26	7	100	4
2016	8	28	6	270	3
2016	8	28	7	180	3
2016	8	28	8	130	4
2016	8	29	8	0	0
2016	8	29	9	150	5
2016	8	29	10	330	3
2016	8	29	11	270	4
2016	8	29	12	240	4
2016	8	29	13	270	10
2016	8	30	6	0	0
2016	8	30	7	280	3
2016	8	30	8	0	0
2016	8	30	9	0	0
2016	8	30	10	0	0
2016	8	30	13	130	6
2016	8	30	14	100	5
2016	8	30	15	120	5
2016	8	31	7	0	0
2016	8	31	8	130	5
2016	8	31	9	330	5
2016	8	31	10	330	5
2016	8	31	11	180	3
2016	8	31	12	300	2
2016	9	1	7	0	0
2016	9	1	8	150	3
2016	9	1	9	120	3
2016	9	1	10	240	5
2016	9	1	11	240	10
2016	9	1	12	300	4

2016	9	1	13	30	3
2016	9	1	14	220	5
2016	9	2	6	0	0
2016	9	2	7	80	5
2016	9	2	8	100	5
2016	9	2	9	300	3
2016	9	2	10	270	5
2016	9	2	11	260	3
2016	9	2	12	240	5
2016	9	2	13	210	5
2016	9	2	14	310	3
2016	9	2	15	170	8
2016	9	3	7	70	2
2016	9	3	8	120	2
2016	9	3	9	0	0
2016	9	4	7	80	2
2016	9	4	8	110	2
2016	9	4	9	90	3
2016	9	4	10	110	3
2016	9	4	11	30	5
2016	9	5	7	0	0
2016	9	5	8	130	3
2016	9	5	9	40	2
2016	9	5	10	330	3
2016	9	5	11	230	5
2016	9	5	12	0	0
2016	9	5	13	270	3
2016	9	5	14	310	7
2016	9	5	15	270	5
2016	9	6	7	0	0
2016	9	6	8	260	3
2016	9	6	9	300	3
2016	9	6	10	270	3
2016	9	6	11	300	5

2016	9	6	12	280	5
2016	9	6	13	350	8
2016	9	7	7	0	0
2016	9	7	8	0	0
2016	9	7	9	170	2
2016	9	7	10	0	0
2016	9	8	7	0	0
2016	9	8	8	100	4
2016	9	8	9	10	5
2016	9	8	10	120	5
2016	9	8	11	90	8
2016	9	8	12	130	5
2016	9	9	7	100	4
2016	9	9	8	70	5
2016	9	9	9	60	5
2016	9	9	10	300	5
2016	9	20	7	70	2
2016	9	20	8	180	5
2016	9	20	9	190	4
2016	9	20	10	180	4
2016	9	21	6	110	3
2016	9	21	7	0	0
2016	9	21	8	0	0
2016	9	21	9	330	2
2016	9	21	10	240	3
2016	9	21	11	130	4
2016	9	28	7	0	0
2016	9	28	8	50	3
2016	9	28	9	90	2
2016	9	28	10	114	4
2016	9	28	11	210	2
2016	9	28	12	210	2
2016	9	28	13	280	3
2016	10	6	7	0	0



2016	10	6	8	160	2
2016	10	6	9	230	3
2016	10	6	10	180	3
2016	10	6	11	30	3
2016	10	6	12	310	7
2016	10	7	8	80	2
2016	10	7	9	0	0
2016	10	28	7	0	0
2016	10	28	8	0	0
2016	10	28	9	0	0
2016	10	28	10	240	4
2016	10	28	11	210	4
2016	10	28	12	260	5
2016	10	28	13	210	10
2016	10	28	14	180	5
2016	10	28	15	180	4
2016	10	28	16	330	4
2016	11	7	6	0	0
2016	11	7	7	0	0
2016	11	7	8	0	0
2016	11	7	9	120	2
2016	11	8	6	0	0
2016	11	8	7	90	3
2016	11	8	8	100	3
2016	11	8	9	120	3
2016	11	8	10	260	5
2016	11	8	11	80	2
2016	11	10	6	0	0
2016	11	10	7	0	0
2016	11	10	8	180	4
2016	11	10	9	90	4
2016	11	10	10	0	0
2016	11	10	11	240	5
2016	11	10	12	270	5

2016	11	16	7	100	3
2016	11	16	8	150	3
2016	11	16	9	120	5
2016	11	16	10	240	5
2016	11	21	8	0	0
2016	11	21	9	110	2
2016	11	21	10	320	2
2016	11	21	11	220	3
2016	11	23	6	0	0
2016	11	23	7	0	0
2016	11	23	8	90	3
2016	11	23	9	120	4
2016	11	23	10	330	3
2016	11	23	11	240	4
2016	11	24	6	0	0
2016	11	24	7	0	0
2016	11	24	8	90	3
2016	11	24	9	20	3
2016	11	24	10	120	3
2016	11	24	11	120	3
2016	11	24	12	240	5
2016	11	24	13	260	8
2016	11	24	14	30	10
2016	11	24	15	40	5
2016	11	25	6	0	0
2016	11	25	7	0	0
2016	11	25	8	90	3
2016	11	25	9	0	0
2016	11	25	10	250	4
2016	11	25	11	270	4
2016	11	25	12	330	5
2016	11	25	13	330	5
2016	11	26	6	0	0
2016	11	26	7	0	0

2016	11	26	8	150	3
2016	11	26	9	0	0
2016	11	26	10	240	4
2016	11	26	11	300	3
2016	11	26	12	270	5
2016	11	26	13	280	8
2016	11	27	6	0	0
2016	11	27	7	60	3
2016	11	27	8	70	4
2016	11	27	9	90	3
2016	11	27	10	220	3
2016	11	27	11	300	8
2016	11	28	7	0	0
2016	11	28	8	120	2
2016	11	28	9	0	0
2016	11	28	10	0	0
2016	11	29	6	0	0
2016	11	29	7	200	3
2016	11	29	8	90	3
2016	11	29	9	330	3
2016	11	29	10	270	4
2016	11	29	11	240	3
2016	11	30	8	150	2
2016	11	30	9	240	3
2016	12	5	6	110	3
2016	12	5	7	80	2
2016	12	5	8	80	3
2016	12	5	9	120	5
2016	12	6	7	110	3
2016	12	6	8	0	0
2016	12	6	9	0	0
2016	12	6	10	270	3
2017	1	21	7	0	0
2017	1	21	9	140	2

2017	1	21	10	280	2
2017	1	21	11	310	3
2017	2	6	7	0	0
2017	2	7	7	0	0
2017	2	8	7	0	0
2017	2	8	10	300	7
2017	2	9	7	0	0
2017	2	10	7	0	0
2017	2	13	7	0	0
2017	2	16	7	0	0
2017	2	21	5	0	0
2017	2	21	6	0	0
2017	2	21	7	0	0
2017	2	21	8	0	0
2017	2	21	9	100	5
2017	2	21	10	0	0
2017	2	21	11	0	0
2017	2	21	12	270	5
2017	2	21	13	270	4
2017	2	21	14	0	0
2017	2	22	7	110	3
2017	2	22	8	1	1
2017	2	22	9	290	3
2017	2	22	10	210	3
2017	2	22	11	210	4
2017	2	22	12	210	3
2017	3	7	13	230	7
2017	3	7	14	270	10
2017	3	7	15	270	7
2017	3	24	6	0	0
2017	3	24	10	60	5
2017	3	24	11	270	5
2017	3	24	12	270	5
2017	3	24	13	300	5

2017	3	24	14	350	5
2017	3	24	15	340	5
2017	3	26	9	80	8
2017	3	26	10	0	0
2017	3	27	14	300	6
2017	3	29	6	0	0
2017	3	29	7	0	0
2017	4	10	7	0	0
2017	4	10	8	340	5
2017	4	10	9	0	0
2017	4	10	10	320	5
2017	4	10	11	370	8
2017	4	11	7	0	0
2017	4	11	8	0	0
2017	4	11	9	0	0
2017	4	11	10	240	5
2017	4	11	11	350	4
2017	4	11	12	90	9
2017	4	11	13	100	10
2017	4	11	14	120	8
2017	4	13	7	0	0
2017	4	13	8	10	3
2017	4	13	9	0	0
2017	4	14	6	0	0
2017	4	14	7	0	0
2017	4	14	8	0	0
2017	4	14	9	350	4
2017	4	20	7	0	0
2017	4	20	8	40	3
2017	4	20	9	0	0
2017	5	9	7	0	0
2017	5	9	8	0	0
2017	5	9	9	0	0
2017	5	9	10	360	3

2017	5	9	12	110	5
2017	5	16	6	0	0
2017	5	16	7	0	0
2017	5	16	8	0	0
2017	5	16	9	120	8
2017	5	16	10	330	3
2017	5	16	11	90	5
2017	5	17	7	0	0
2017	5	17	8	100	5
2017	5	17	9	90	5
2017	5	30	7	0	0
2017	5	30	8	0	0
2017	5	30	9	150	3
2017	5	30	10	300	3
2017	5	30	11	0	0
2017	5	30	12	0	0
2017	6	8	6	50	2
2017	6	8	7	0	0
2017	6	8	8	260	2
2017	6	8	9	250	4
2017	6	20	7	0	0
2017	6	20	8	0	0
2017	6	20	9	90	2
2017	6	20	10	100	2
2017	6	20	11	250	3
2017	6	20	12	240	6
2017	6	20	13	170	2
2017	6	21	7	50	3
2017	6	21	8	270	3
2017	6	21	9	260	4
2017	6	30	9	0	0
2017	6	30	10	0	0
2017	7	1	6	0	0
2017	7	1	7	0	0

2017	7	1	8	60	4
2017	7	2	7	0	0
2017	7	2	8	240	3
2017	7	2	9	0	0
2017	7	2	10	120	2
2017	7	2	11	100	2
2017	7	11	6	320	2
2017	7	11	7	120	3
2017	7	11	8	30	3
2017	7	11	9	260	5
2017	7	11	10	60	6
2017	7	11	11	50	7
2017	7	11	12	90	7
2017	7	20	6	0	0
2017	7	20	7	30	3
2017	7	20	8	0	0
2017	7	21	6	0	0
2017	7	21	7	60	3
2017	7	21	8	0	0
2017	7	21	9	300	3
2017	7	21	10	240	4
2017	7	21	11	330	5
2017	7	21	12	360	6
2017	7	21	13	30	6
2017	7	22	6	0	0
2017	7	22	7	0	0
2017	7	22	8	210	5
2017	7	22	9	200	2
2017	7	22	10	180	2
2017	7	22	11	340	2
2017	7	22	12	240	2
2017	7	22	13	20	2
2017	7	22	14	120	6
2017	7	22	15	90	10

2017	7	23	6	0	0
2017	7	23	7	0	0
2017	7	23	8	60	3
2017	7	23	9	30	5
2017	7	23	10	310	5
2017	7	26	8	50	3
2017	7	26	9	330	2
2017	7	26	10	220	4
2017	7	26	11	60	5
2017	7	26	12	90	5
2017	7	26	13	60	8
2017	7	26	14	140	5
2017	7	26	15	120	10
2017	8	2	9	0	0
2017	8	2	10	90	8
2017	8	2	11	70	12
2017	8	2	12	90	10
2017	8	2	13	90	12
2017	8	2	14	90	13
2017	8	2	15	90	10

(Sumber : Pangkalan Udara Jenderal Besar Soedirman)



**Tabel 2.** Survey Perjalanan Dinas oleh BAPPEDA (b)

Tujuan	Total 4 Dinas	Per Dinas	Total Dinas	Estimasi Bangkitan Perjalanan Seluruh Dinas Seluruh Kabupaten																																							
				Tingkat Keminatan sesuai harga																																							
				1000000					900000					800000					700000					600000					500000					400000					300000				
				100%	75%	50%	25%	0%	100%	75%	50%	25%	0%	100%	75%	50%	25%	0%	100%	75%	50%	25%	0%	100%	75%	50%	25%	0%	100%	75%	50%	25%	0%	100%	75%	50%	25%	0%					
Jakarta	153	38.25	535.5	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	14%	3%	13%	70%	9%	11%	8%	13%	59%	17%	20%	10%	11%	43%	11%	16%	13%	0%	60%	41%	5%	3%	0%	51%			
Surabaya	48	12	168	0%	6%	8%	11%	75%	3%	6%	11%	10%	70%	0%	8%	5%	13%	73%	3%	16%	10%	3%	68%	40%	22%	8%	0%	31%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%		
Semarang	412	103	1442	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	6%	3%	6%	86%	0%	0%	8%	8%	84%	3%	8%	8%	0%	81%	11%	8%	8%	0%	72%	46%	9%	6%	5%	35%		
Yogyakarta	224	56	784	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	0%	6%	3%	6%	86%	0%	0%	11%	5%	84%	3%	3%	11%	0%	84%	11%	8%	3%	3%	75%	40%	14%	8%	3%	35%		

**Tabel 3.** Survey Perjalanan Dinas oleh BAPPEDA (a)

Tujuan	Total 4 Dinas	Per Dinas	Total Dinas	Estimasi Bangkitan Perjalanan Seluruh Dinas Seluruh Kabupaten															
				Tingkat Keminatan Berdasarkan Tarif								Tingkat Bangkitan Perjalanan Berdasarkan Tarif							
				1000000	900000	800000	700000	600000	500000	400000	300000	1000000	900000	800000	700000	600000	500000	400000	300000
				100%+75%	100%+75%	100%+75%	100%+75%	100%+75%	100%+75%	100%+75%	100%+75%								
Jakarta	153	38.25	535.5	0%	0%	0%	14%	20%	37%	27%	46%	0.00	0.00	0.00	76.66	105.27	195.66	144.17	246.01
Surabaya	48	12	168	6%	8%	8%	19%	62%	0%	0%	0%	10.05	14.00	14.00	32.67	103.38	0.00	0.00	0.00
Semarang	412	103	1442	0%	0%	0%	6%	0%	11%	19%	54%	0.00	0.00	0.00	86.27	0.00	157.14	277.31	779.54
Yogyakarta	224	56	784	0%	0%	0%	6%	0%	6%	19%	54%	0.00	0.00	0.00	46.91	0.00	43.56	149.09	425.50

**Pipe &  
Precast  
Indonesia**



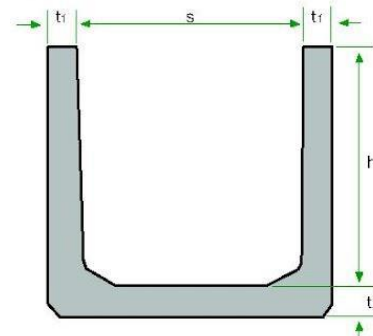
CONCRETE PIPES AND ASSOCIATED PRODUCTS



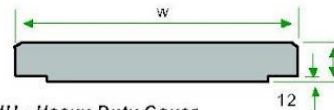
## U-Ditch & Cover

TYPE (excl.)	e	h	DIMENSIONS t1	t2	L	WEIGHT (kg)
U 30 X 30 X 240	300	300	50	60	2400	265
U 30 X 40 X 240	300	400	50	60	2400	325
U 30 X 50 X 240	300	500	50	60	2400	390
U 40 X 40 X 120	400	400	50	60	1200	230
U 40 X 40 X 240	400	400	50	60	2400	465
U 40 X 50 X 120	400	500	50	60	1200	275
U 40 X 50 X 240	400	500	50	60	2400	550
U 40 X 60 X 120	400	600	50	60	1200	300
U 40 X 60 X 240	400	600	50	60	2400	600
U 50 X 50 X 120	500	500	70	70	1200	345
U 50 X 50 X 240	500	500	70	70	2400	680
U 50 X 60 X 120	500	600	70	70	1200	375
U 50 X 60 X 240	500	600	70	70	2400	765
U 50 X 70 X 120	500	700	70	70	1200	405
U 50 X 70 X 240	500	700	70	70	2400	815
U 60 X 60 X 120	600	600	70	70	1200	430
U 60 X 60 X 240	600	600	70	70	2400	830
U 60 X 70 X 120	600	700	70	70	1200	465
U 60 X 70 X 240	600	700	70	70	2400	895
U 60 X 80 X 120	600	800	70	70	1200	510
U 60 X 80 X 240	600	800	70	70	2400	1020
U 80 X 80 X 120	800	800	70	100	1200	560
U 80 X 90 X 120	800	900	70	100	1200	625
U 80 X 100 X 120	800	1000	70	100	1200	640
U 100 X 100 X 120	1000	1000	85	85	1200	820
U 100 X 120 X 120	1000	1200	85	85	1200	900
U 120 X 100 X 120	1200	1000	95	110	1200	1095
U 120 X 120 X 120	1200	1200	95	110	1200	1225
U 120 X 140 X 120	1200	1400	95	110	1200	1355
U 140 X 140 X 120	1400	1400	115	135	1200	1610
U 140 X 140 X 240	1400	1400	115	135	2400	3580
U 140 X 160 X 120	1400	1600	110	135	1200	1935
U 140 X 160 X 240	1400	1600	110	135	2400	3915
U 160 X 185 X 120	1610	1850	140	170	1200	2665
U 160 X 185 X 240	1610	1850	140	170	2400	4900

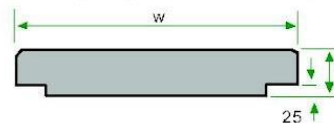
U - Ditch



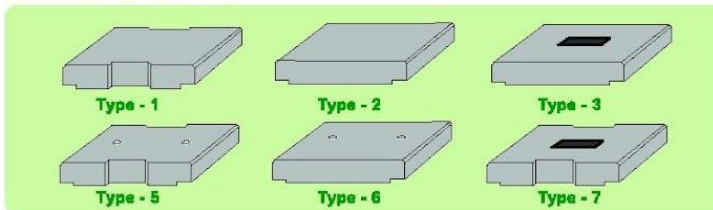
CLU - Light Duty Cover



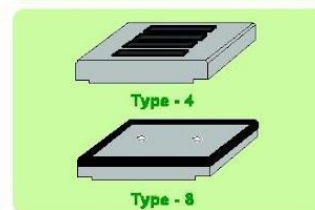
CHU - Heavy Duty Cover



### Standard Type



### Non Standard Type



Light Duty Cover	Thickness (t)	Length (L)	W	Weight (Kg)	Heavy Duty Cover	Thickness (t)	Length (L)	W	Weight (Kg)
CLU 30	60	600	400	35	CHU 30	90	600	400	60
CLU 40	80	600	500	60	CHU 40	100	600	500	70
CLU 50	100	600	640	95	CHU 50	120	600	640	110
CLU 60	100	600	740	110	CHU 60	120	600	740	130
CLU 80	100	600	940	140	CHU 80	150	1200	940	425
CLU 100	110	1200	1170	395	CHU 100	170	1200	1170	595
CLU 120	120	1200	1370	510	CHU 120	180	1200	1390	760
CLU 160	200	1200	1890	1130	CHU 160	250	1200	1890	1420

**Notes :**

- 1) U-Ditch and Cover have each a minimum concrete strength of 300 kg/cm<sup>2</sup>, respectively
- 2) Reinforcement Steel shall be Hard Drawn Wire, with physical properties of 4800 kg/cm<sup>2</sup> yield strength and 5500 kg/cm<sup>2</sup> ultimate strength.
- 3) Non Standard size and other type of U-ditch such as for crossing, special condition are supplied produced on request



Gambar 1. Brosur U-DITCH



**ATR  
72-600**

**ATR: NUMBER ONE CHOICE IN THE REGIONAL MARKET**

With the 600 series, ATR has reinforced its leadership position in the turboprop market. While sharing the same fundamentals as the ATR -500 series - the lowest seat mile cost and best dispatch reliability in its category - the ATR 72-600 benefits from improved comfort and additional capabilities. It also retains full commonality with the ATR 42-600 providing unmatched flexibility to operators.

**ADVANCED TECHNOLOGY**

The ATR -600 series features a state-of-the-art glass cockpit that incorporates the latest innovations in avionics technology. The glass cockpit further reduces flight crew workload and enhances situational awareness while providing better reliability, maintenance cost savings and weight reduction.

**SUPERIOR COMFORT**

The ATR -600 series has the widest cabin in the turboprop market. The cabin features new lightweight and slim seats to offer passengers more comfort and space. In addition, the ATR -600 series is fitted with wider reshaped overhead bins providing 30% more luggage storage capacity compared to ATR -500 series.

**UNRIVALLED PERFORMANCE**

With the "reserve take-off torque" option, the ATR 72-600 offers significantly increased take-off weight and consequently increased payload (up to 1,000 kg / 2,200 lb) from very short runways. In addition, the ATR 72-600 has enhanced performance from hot and high airfields providing additional payload on the most demanding networks.



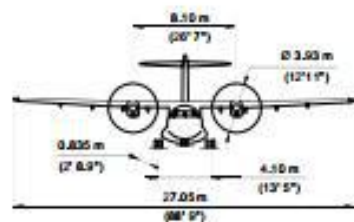
 atrbroadcast
  atraircraft
  atr-aircraft.com
  atraircraft
  atr

**ATR**  
PROPELLING THE NEXT CONNECTION

**Gambar 2.** Brosur ATR 72-600



# ATR 72-600



## ENGINES

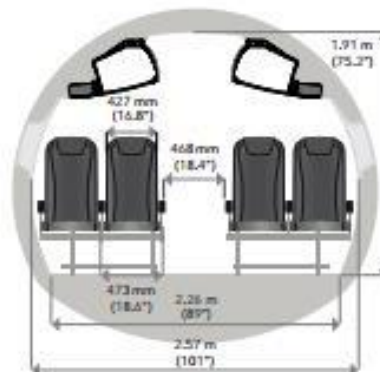
Pratt & Whitney Canada	PW127M
Take-off power	2,475 SHP
Take-off power - One engine	2,750 SHP
Max continuous	2,500 SHP
Max climb	2,192 SHP
Max cruise	2,132 SHP

## PROPELLERS

Hamilton Standard: 568F  
Blades: 6; Diameter: 3.93 m - 12.9 ft

## WEIGHTS

Max Take-Off weight (basic)	22,800 kg - 50,265 lb
(option)	23,000 kg - 50,705 lb
Max Landing Weight (basic)	22,350 kg - 49,272 lb
Max zero fuel weight (basic)	20,800 kg - 45,855 lb
(option)	21,000 kg - 46,296 lb
Operational Empty Weight (Tech. Spec.)	13,311 kg - 29,346 lb
(Typical in-service)	13,500 kg - 29,762 lb
Max payload (at typical in-service OEW)	7,500 kg - 16,534 lb
Max fuel load	5,000 kg - 11,023 lb



## STANDARD CONFIGURATION

70 seats at 30" pitch



Attendant seat Galley Lavatory Baggage Emergency Exits

## AIRFIELD PERFORMANCE

TAKE-OFF DISTANCE:	
Basic (MTOW - ISA - SL)	1,333 m - 4,373 ft
Option (MTOW - ISA - SL)	1,367 m - 4,485 ft
At TOW for 300 Nm (Max pax - ISA - SL)	1,175 m - 3,855 ft
At TOW for 300 Nm (Max pax - ISA + 10 - 3,000 ft)	1,410 m - 4,626 ft
TAKE-OFF SPEED (V2 min @ MTOW)	115 KIAS
LANDING DISTANCE (JAR25):	
Basic (MLW - SL)	915 m - 3,002 ft
At LW (Max pax + reserves - SL)	862 m - 2,828 ft
REFERENCE SPEED AT LANDING	113 KIAS

## EN-ROUTE PERFORMANCE

Optimum climb speed	170 KCAS
Rate of climb (MTOW - ISA - SL)	1,355 ft/min
Max cruise speed	275 KTAS - 510 km/h
(95% MTOW - ISA - Optimum FL)	
Fuel flow at cruise speed	762 kg/h - 1,680 lb/h
Range with max pax (70 seats)	825 Nm
200 Nm Block fuel	618 kg - 1,363 lb
CO <sub>2</sub> emissions	1,947 kg - 4,292 lb
Block time	55.6 min
300 Nm Block fuel	859 kg - 1,894 lb
CO <sub>2</sub> emissions	2,706 kg - 5,966 lb
Block time	78.5 min

NR: en-route performance computed assuming Max Optional TOW, typical in-service OEW, 70 PAX@95kg, JAR fuel reserves, taxi time allowance: 4 min.

ATR CAT Marketing February 2012

The information contained in this document is presented in good faith and does not in any way constitute an offer or a warranty.  
Atriana de Transport Regional - 1, allée Pierre Toullet - 31712 Blagnac Cedex - France  
Phone: +33 (0)5 63 21 62 21 website: atriana-aircraft.com  
Photo credit: ATR - Pierre Barthelemy. Printed by Impression Financière Communications

© ATR. All rights reserved. Confidential and proprietary document.

This document shall not be reproduced or disclosed to a third party without the written consent of ATR. This document and its content shall not be used for any purpose other than that for which it is supplied. ATR, its logo, the distinctive ATR aircraft profiles and pictorial information relating to the ATR aircraft are the exclusive property of ATR and are subject to copyright. This document and all

information contained herein are the sole property of ATR. No intellectual property right is granted through, or induced by, the delivery of this document or the disclosure of its content. The statements made herein do not constitute an offer or a representation. They are based on the mentioned assumptions and are expressed in good faith.

Gambar 3. Brosur ATR 72-600 (b)

**Calculate**

Title:

Num Runways:  Runway 1

Runway Orientation:

Crosswind Component:

Tailwind Component:

Note: Use a 60 knot tailwind to indicate runway is bi-directional.

Wind Coverage: 100.0%

Hourly Observations of Wind Speed (knots)										Total
Direction	0-3	4-6	7-10	11-16	17-21	22-27	28-33	34-40	> 41	
10°	0	4	2	0	0	0	0	0	0	6
20°	0	3	0	0	0	0	0	0	0	3
30°	0	4	0	0	0	0	0	0	0	4
40°	0	9	4	0	0	0	0	0	0	13
50°	0	4	0	0	0	0	0	0	0	4
60°	0	4	1	0	0	0	0	0	0	5
70°	0	9	2	0	0	0	0	0	0	11
80°	0	5	1	1	0	0	0	0	0	7
90°	0	10	4	0	0	0	0	0	0	14
100°	0	27	8	2	0	0	0	0	0	37
110°	0	18	5	1	1	0	0	0	0	25
120°	0	15	3	1	0	0	0	0	0	19
130°	0	28	10	2	0	0	0	0	0	40
140°	0	12	7	1	0	0	0	0	0	20
150°	0	10	5	0	0	0	0	0	0	15
160°	0	12	4	0	0	0	0	0	0	16
170°	0	3	4	0	0	0	0	0	0	7
180°	0	3	4	0	0	0	0	0	0	7
190°	0	17	10	3	0	0	0	0	0	30
200°	0	7	1	0	0	0	0	0	0	8
210°	0	5	3	0	0	0	0	0	0	8
220°	0	8	2	2	0	0	0	0	0	12
230°	0	5	1	0	0	0	0	0	0	6
240°	0	8	5	0	0	0	0	0	0	13
250°	0	27	11	4	0	0	0	0	0	42
260°	0	7	3	1	0	0	0	0	0	11
270°	0	17	2	0	0	0	0	0	0	19
280°	0	34	13	1	0	0	0	0	0	48
290°	0	11	4	1	0	0	0	0	0	16
300°	0	1	1	0	0	0	0	0	0	2
310°	0	14	6	0	0	0	0	0	0	20
320°	0	3	2	0	0	0	0	0	0	5
330°	0	4	0	0	0	0	0	0	0	4
340°	0	18	2	0	0	0	0	0	0	20
350°	0	4	0	0	0	0	0	0	0	4
360°	0	5	1	1	0	0	0	0	0	7
Calm	506									506
TOTAL	506	375	131	21	1	0	0	0	0	1034

Source:

**Calculate**

**Gambar 4.** Input Data Angin FAA

**Tabel 4.** Data PDRB 4 Kabupaten

<b>Tahun</b>	<b>BMS</b>	<b>PBG</b>	<b>BNJ</b>	<b>WNS</b>
2012	5221519493000	2845663330000	3189651650000	2075562040000
2013	5534810662580	3016403129800	3349134232500	2158584521600
2014	5866899302335	3197387317588	3516590944125	2244927902464
2015	6218913260475	3389230556643	3692420491331	2334725018563
2016	6592048056103	3592584390042	3877041515898	2428114019305
2017	6987570939470	3808139453444	4070893591693	2525238580077

(Sumber : BAPPEDA Kab. Purbalingga)

Tabel 5. Hasil Survei Penumpang Kereta Eksekutif Stasiun Purwokerto

Perjalanan	Tarif	100%+75%	Data juml Pnp  Krt Api Slm 3Bln	Data juml Pnp  Krt Api Slm Per Hari	Data juml Pnp  Krt Api Slm 1Thn	Bangkitan Perjalanan  Pnp Kereta Purwokerto
Jakarta	700000	21%	14559	159.99	58395.99	12060.04
	600000	27%	14559	159.99	58395.99	15868.48
	<b>500000</b>	<b>41%</b>	<b>14559</b>	<b>159.99</b>	<b>58395.99</b>	<b>24120.08</b>
	400000	62%	14559	159.99	58395.99	36180.12
	300000	73%	14559	159.99	58395.99	42527.51
Surabaya	1000000	4%	1460	16.04	5856.04	254.61
	900000	4%	1460	16.04	5856.04	254.61
	<b>800000</b>	<b>9%</b>	<b>1460</b>	<b>16.04</b>	<b>5856.04</b>	<b>509.22</b>
	700000	29%	1460	16.04	5856.04	1718.62
	600000	64%	1460	16.04	5856.04	3755.51
Yogyakarta	700000	3%	5591	61.44	22425.44	731.26
	600000	3%	5591	61.44	22425.44	731.26
	<b>500000</b>	<b>13%</b>	<b>5591</b>	<b>61.44</b>	<b>22425.44</b>	<b>2925.06</b>
	400000	25%	5591	61.44	22425.44	5606.36
	300000	66%	5591	61.44	22425.44	14869.04

(Sumber : BAPPEDA Kab. Purbalingga)

## CBR TEST

Paket : Bandara Wirasaba 2  
 Test Point : Quarry Kedung Randu  
 Macam Tanah :  
 Standard Proctor / Modified AASHO / Aell  
 Keadaan : ~~Soaked~~/ Unsoaked

Kadar air yang dikehendaki : 10.5 %  
 Berat isi kering yang dikehendaki : 1.41 gr/cc  
 Jumlah lapisan : 3 Lapis  
 Jumlah tumbukan tiap lapis : 56 Kali

### BENDA UJI

Sampel	sebelum direndam	sesudah direndam
Volume Cylinder	2086.8 cc	--
Berat tanah + Cylinder	7890.0 gr	--
Berat Cylinder	4680.0 gr	--
Berat tanah basah	3210.0 gr	--
Berat isi basah	1.54 gr/cc	--
Berat isi kering $\gamma_d$	1.45 gr/cc	--

### PEMBACAAN

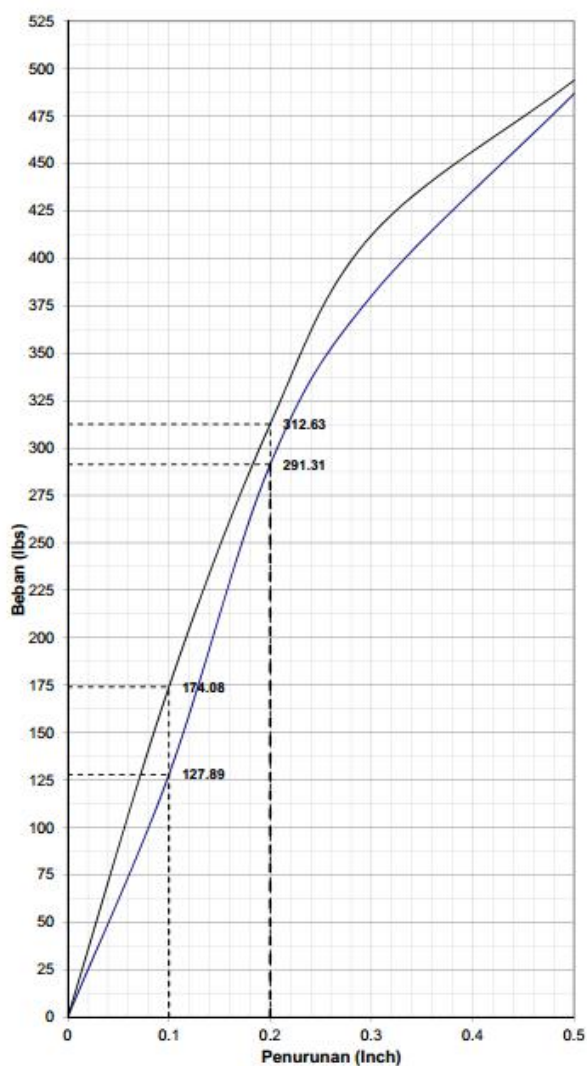
Penurunan (Inch)	Pembacaan Arloji		Beban ( lbs )	
	Atas	Bawah	Atas	Bawah
0	0	0	0.00	0.00
0.0125	2	4	14.21	28.42
0.025	4	9	28.42	63.95
0.050	8	15	56.84	106.58
0.075	13	20	92.37	142.10
0.100	18	24.5	127.89	174.08
0.150	31.5	36	223.81	255.79
0.200	41	44	291.31	312.63
0.300	53.5	58	380.13	412.10
0.400	63	64	447.63	454.73
0.500	68.5	69.5	486.71	493.81

### PERENDAMAN DAN PENGEMBANGAN

Beda Waktu ( jam )	Pembacaan Arloji ( mm )
0	--
24	--
48	--
96	--

### C.B.R

		HARGA C.B.R (%)		
		0.1"	0.2"	
Atas	4.26	$\frac{127.89}{3000} \times 100$	$\frac{291.31}{4500} \times 100$	6.47
Bawah	5.80	$\frac{174.08}{3000} \times 100$	$\frac{312.63}{4500} \times 100$	6.95



**Gambar 5. CBR Test Bandara**  
 Sumber : BAPPEDA Kab. Purbalingga





Form AK/TA-04  
rev01

PROGRAM STUDI S-1 JURUSAN TEKNIK SIPIL FTSP - ITS  
LEMBAR KEGIATAN ASISTENSI TUGAS AKHIR (WAJIB DIISI)

Jurusan Teknik Sipil It.2, Kampus ITS Sukolilo, Surabaya 60111  
Telp.031-5946094, Fax.031-5947284



NAMA PEMBIMBING	: Ir. Ervina Ahyudanar, ME, PhD.
NAMA MAHASISWA	: Muhammad Yunto Permana
NRP	: 0311144000049
JUDUL TUGAS AKHIR	: Perencanaan Fasilitas Sisi Udara dan Operasional Bandar Udara Jenderal Besar Soedirman, Purbalingga
TANGGAL PROPOSAL	: 2 Februari 2018
NO. SP-MMTA	: 020251/IT2.V1.4.1/PP.05.02.00/2018

NO	TANGGAL	KEGIATAN		PARAF ASISTEN
		REALISASI	RENCANA MINGGU DEPAN	
1	15/3/18	Forecast Penumpang	Desain Sisi Udara	fr
2	3/4/18	Desain Sisi Udara	- koreksi sesuai dgn di buku - KKOP	fr
3	10/4/18	- penumpang per kab. diteliti perhitungannya KKOP masing	- penumpang per.kab. diteliti perhitungannya	fr
4	27/4/18	- menghitung Bok	- Operasional - Operasional diselesaikan	fr
5	3/5/18	- Rute yang memungkinkan - Oper. Biaya Operasional Mobil Kereta Pesawat	- revisi yang sudah ditulis - drainase, perkerasan, gambar	fr
6	16/5/18	- Rute - Perkerasan → celi perhitungan	- drainase sisi udara - gambar Auto CAD - Tbl 4.1 jadi grafik	fr
7	25/5/18	- marta - excel drainase	- drainase open channel	fr
8	4/6/18	- drainase - ilustrasi kontur thdp runtu	- ilustrasi kontur thdp runtu - landscape benarkan	fr

- 9 28/6/18 - gambar Auto CAD - gambar kontur  
- drainase hanya sisi udara  
- paper 6-8 lembar

## BIODATA PENULIS



Penulis memiliki nama lengkap Muhammad Yuanto Permana yang biasa dipanggil Yuan. Dilahirkan pada tanggal 4 Juni 1996 di Jakarta sebagai anak pertama dari dua bersaudara. Penulis bertempat tinggal di Komplek Departemen Pertanian Atsiri Permai, Bojonggede, Kab.Bogor. Penulis telah menempuh pendidikan formal mulai dari TK Atsiri Permai (Kab. Bogor), SDS Pelita Atsiri Permai (Kab. Bogor), SMPN 2 Depok, SMAN 1 Depok, hingga akhirnya diterima sebagai mahasiswa di S1 Teknik Sipil FTSLK-ITS Surabaya pada tahun 2014 dengan NRP 03111440000049 melalui jalur SNMPTN. Selama perkuliahan penulis aktif mengikuti kegiatan kepanitiaan di KM ITS yakni sebagai ketua pelaksana ITS Basketball League 2k15. Penulis pernah bergabung dalam organisasi kemahasiswaan, yakni sebagai kepala departemen *event* UKM Bola Basket ITS periode 2015-2016. Pada akhir semester 6, penulis mendapat kesempatan untuk melaksanakan kerja praktek di PT. Adhi Persada Gedung proyek Apartemen Cinere Terrace Suites, Cinere, Depok.

Email : [yuantopermana@gmail.com](mailto:yuantopermana@gmail.com)